

Mikrophotographischer

ATLAS

der

BAKTERIENKUNDE.

Von

Dr. Carl Fraenkel
o. ö. Professor der Hygiene an der Universität zu Marburg.

und

Dr. Richard Pfeiffer,
Privatdocenten und Vorstand der wissenschaftl. Abtheilung des Instituts für Infectionskrankheiten zu Berlin.



Berlin 1892.
Verlag von August Hirschwald.
NW. Unter den Linden 68.

Inhalt.

Tafel VII.

Figur 13. Grosse Spirillen aus faulendem Blut. Deckglaspräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. 500 ×.

Figur 14. Lange Spirillen (Spirillum rubrum). Bouilloncultur; Deckglaspräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel VIII.

Figur 15. Geisselfäden an Bacillen. Faulender Pflanzenaufguss, Deckglaspräparat, ungefärbt. 500 ×.

Figur 16. Geisselfäden an Spirillen. Faulender Pflanzenaufguss, Deckglaspräparat, ungefärbt. 1000 ×.

Tafel IX.

Figur 17. Involutionsformen von Bacillus megaterium. Kartoffelcultur; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. 1000 ×.

Figur 18. Sporen, mittelständige, bei Bacillus subtilis. Agarcultur; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. 1000 ×.

Tafel X.

Figur 19. Sporen, endständige, bei einem Bacillus aus Erde. Gelatineplatte; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Figur 20. Sporen, endständige (Trommelschlägerform), bei Bacillen aus einer faulenden Melone. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel XI.

Figur 21. Milzbrandbacillen. Gewebssaft einer Maus. Hängender Bouillontropfen, ungefärbt. 500 ×.

Figur 22. Milzbrandbacillen. Dasselbe Präparat wie in Fig. 21, nach 12 Stunden bei 24° C. 500 ×.

Tafel XII.

Figur 23. Milzbrandbacillen. Dasselbe Präparat wie vorher, nach weiteren 12 Stunden bei 24° C. 500 ×.

Figur 24. Milzbrandbacillen. Dasselbe Präparat wie vorher, 24 Stunden bei 24° C. und 12 Stunden bei 37° C. gehalten; Sporenbildung. 500 ×.

Tafel XIII.

Figur 25. Milzbrandsporen. Bouilloncultur; Deckglaspräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin und Methylenblau. 1000 ×.

Figur 26. Milzbrandbacillen, zu dichten Zöpfen ausgewachsen, Sporen bildend. Hängender Bouillontropfen; ungefärbt. 250 ×.

Tafel XIV.

Figur 27. Milzbrandbacillen. Colonie auf der Gelatineplatte, drei Tage alt; ungefärbt. 100 ×.

Figur 28. Milzbrandbacillen. Colonie auf der Gelatineplatte, drei Tage alt; Klatschpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. 1000 ×.

Tafel XV.

Figur 29. Milzbrandbacillen. Colonie auf der Agarplatte, in 24 Stunden bei Bluttemperatur; ungefärbt. 100 ×.
Figur 30. Milzbrandbacillen. Stichcultur in Nährgelatine, 5 Tage alt; ungefärbt. Natürliche Grösse.

Tafel XVI.

Figur 31. Milzbrandbacillen. Gewebsaft einer Maus. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. 1000 ×.
Figur 32. Milzbrandbacillen. Milzsaft eines Meerschweinchens. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. 500 ×.

Tafel XVII.

Figur 33. Milzbrandbacillen. Leber vom Meerschwein. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode (Anilinwassergentianaviolet, Jodjodkalium, Bismarckbraun). 200 ×.
Figur 34. Milzbrandbacillen. Leber vom Meerschwein. Schnittpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 500 ×.

Tafel XVIII.

Figur 35. Milzbrandbacillen. Niere von Maus. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode (Anilinwassergentianaviolet, Jodjodkalium, keine Gegenfärbung). 200 ×.
Figur 36. Milzbrandbacillen. Niere vom Meerschwein; Glomerulus. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode (Anilinwassergentianaviolet, Jodjodkalium, Vorfärbung mit Pikrocarmin). 500 ×.

Tafel XIX.

Figur 37. Milzbrandbacillen. Niere vom Meerschwein; Harnkanälchen. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode, wie Fig. 36. 500 ×.
Figur 38. Milzbrandbacillen. Lunge von Maus. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode, wie Fig. 36. 200 ×.

Tafel XX.

Figur 39. Milzbrandbacillen. Lunge vom Meerschwein; Inhalationsmilzbrand. Schnittpräparat, gefärbt mit Kernschwarz und Fuchsin. 500 ×.
Figur 40. Milzbrandbacillen. Milzsaft vom Meerschwein; abgeschwächter Milzbrand (deuxième vaccin). Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. 500 ×.

Tafel XXI.

Figur 41. Milzbrandbacillen. Lymphflüssigkeit vom Frosch; Phagocyten. Ausstrichpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode (Anilinwassergentianaviolet, Jodjodkalium, Nachfärbung mit Eosin). 500 ×.
Figur 42. Milzbrandbacillen. Blut vom Frosch. Ausstrichpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode (Anilinwassergentianaviolet, Jodjodkalium, keine Nachfärbung). 500 ×.

Tafel XXII.

Figur 43. Heubacillen. Gelatinecultur; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 44. Heubacillen. Colonie auf der Gelatineplatte, 36 Stunden alt; ungefärbt. 100 ×.

Tafel XXIII.

Figur 45. Bacillen des malignen Oedems. Gewebssaft vom Meerschweinchen, nach Infection mit Gartenerde; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 46. Bacillen des malignen Oedems. Gewebssaft vom Meerschweinchen, nach Infection mit einer Bouilloncultur; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel XXIV.

Figur 47. Bacillen des malignen Oedems. Geisseltragende Stäbchen aus einer Gelatinecultur; Deckglaspräparat, gefärbt mit Ferrotannatlösung und alkalischem Anilinfuchsin nach Löffler. 1000 ×.
Figur 48. Bacillen des malignen Oedems. Sporenbildung. Agarcultur; Deckglaspräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel XXV.

Figur 49. Clostridiumartige Sporen bei einem anaëroben Bakterium. Agarcultur, Deckglaspräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 50. Tetanusbacillen. Sporentragende Stäbchen aus einer Agarcultur; Deckglaspräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel XXVI.

Figur 51. Bacillen des malignen Oedems. Reincultur, 24 Stunden bei Bluttemperatur, nach Vertheilung des Impfstoffs in hoher Schicht lakmusgefärbten Nähragars; ungefärbt. Natürliche Grösse.
Figur 52. Bacillen des malignen Oedems. Reincultur, nach Vertheilung des Impfstoffs in hoher Traubenzuckergelatine; ungefärbt. Natürliche Grösse.
Figur 53. Tetanusbacillen. Reincultur, 4 Tage alt, nach Vertheilung des Impfstoffes in hoher Traubenzuckergelatine. Natürliche Grösse.

Tafel XXVII.

Figur 54. Tetanusbacillen. Colonie im Reagensglase. Hohe Cultur in Traubenzuckergelatine, 5 Tage alt; ungefärbt. 1000 ×.
Figur 55. Tetanusbacillen. Stichcultur in hoher Traubenzuckergelatine, 6 Tage alt; ungefärbt. Natürliche Grösse.

Tafel XXVIII.

Figur 56. Rauschbrandbacillen. Sporentragende Stäbchen aus einer Agarcultur; Deckglaspräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 57. Rauschbrandbacillen. Reincultur, 4 Tage alt, nach Vertheilung des Impfstoffs in hoher Traubenzuckergelatine; ungefärbt. Natürliche Grösse.

Tafel XXIX.

Figur 58. Rauschbrandbacillen. Involutionsformen aus einer Bouilloncultur; Deckglaspräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 59. Tuberkelbacillen. Sputum eines Phthisikers; Deckglaspräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin, entfärbt mit verdünnter Salpetersäure, nachgefärbt mit Methylenblau. 1000 ×.

Tafel XXX.

Figur 60. Tuberkelbacillen. Sputum eines Phthisikers; Deckglaspräparat, gefärbt wie 59. 1000 ×.
Figur 61. Tuberkelbacillen. Colonie auf erstarrtem Blutserum, 14 Tage alt; Klatschpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin, entfärbt mit verdünnter Salpetersäure. 100 ×.

Tafel XXXI.

Figur 62. Tuberkelbacillen. Colonie auf erstarrtem Blutserum; Klatschpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin, entfärbt mit verdünnter Salpetersäure. 1000 ×.
Figur 63. Tuberkelbacillen. Reincultur auf Glycerinagar, 4 Wochen alt; ungefärbt. Natürliche Grösse.

Tafel XXXII.

Figur 64. Tuberkelbacillus. Reincultur auf Glycerinagar; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin, entfärbt mit verdünnter Salpetersäure. 1000 ×.
Figur 65. Tuberkelbacillus. Mesenteriale Lymphdrüse vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin, entfärbt mit verdünnter Salpetersäure, gegengefärbt mit Methylenblau. 200 ×.

Tafel XXXIII.

Figur 66. Tuberkelbacillus. Miliarer Tuberkel, Milz vom Kaninchen. Schnittpräparat, gefärbt wie 65. 500 ×.
Figur 67. Tuberkelbacillus. Lymphdrüse vom Pferd, gefärbt wie 65. 500 ×.

Tafel XXXIV.

Figur 68. Tuberkelbacillus. Lymphdrüse vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt wie 65. 500 ×.
Figur 69. Tuberkelbacillus. Leber vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt wie 65. 500 ×.

Tafel XXXV.

Figur 70. Tuberkelbacillus. Peritoneum vom Rind (Perlsucht). Schnittpräparat, gefärbt wie 65. 500 ×.
Figur 71. Leprabacillus. Gewebsaft aus einem Lepraknoten. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel XXXVI.

Figur 72. Leprabacillus. Haut vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt wie 65. 500 ×.
Figur 73. Leprabacillus. Unterhautzellgewebe vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt wie 65. 500 ×.

Tafel XXXVII.

Figur 74. Smegmabacillus. Smegma praeputiale; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin. 1000 ×.
Figur 75. Rotzbacillus. Reincultur auf Glycerinagar; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin 1000 ×.

Tafel XXXVIII.

Figur 76. Rotzbacillus. Milz der Feldmaus; Impfrotz. Schnittpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin. 500 ×.
Figur 77. Diphtheriebacillus. Diphtherische Membran aus der Trachea. Ausstrichpräparat, gefärbt mit alkalischem Methylenblau. 1000 ×.

Tafel XXXIX.

Figur 78. Diphtheriebacillus. Diphtherische Schleimhaut aus der Trachea. Schnittpräparat, gefärbt mit alkalischem Methylenblau. 100 ×.
Figur 79. Diphtheriebacillus. Präparat, wie in Fig. 78. 500 ×.

Tafel XL.

Figur 80. Diphtheriebacillus. Präparat, wie in Fig. 78. 500 ×.
Figur 81. Diphtheriebacillus. Colonie auf der Agarplatte, 24 Stunden alt; ungefärbt. 100 ×.

Tafel XLI.

Figur 82. Diphtheriebacillus. Colonie auf der Agarplatte, 24 Stunden alt. Klatschpräparat, gefärbt mit alkalischem Methylenblau. 1000 ×.
Figur 83. Diphtheriebacillus. Cultur auf erstarrtem Blutserum. Ausstrichpräparat, gefärbt mit alkalischem Methylenblau. 1000 ×.

Tafel XLII.

Figur 84. Choleravibrio. Darminhalt eines an Cholera verstorbenen Menschen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 85. Choleravibrio. Darminhalt eines an Cholera verstorbenen Menschen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. 1000 ×.

Tafel XLIII.

Figur 86. Choleravibrio. Darm einer Choleraleiche. Schnittpräparat, gefärbt mit alkalischem Methylenblau. 500 ×.
Figur 87. Choleravibrio. Colonien auf der Gelatineplatte, 18 Stunden alt. 100 ×.

Tafel XLIV.

Figur 88. Choleravibrio. Colonien auf der Gelatineplatte, 24 Stunden alt. 100 ×.
Figur 89. Choleravibrio. Colonien auf der Gelatineplatte, 30 Stunden alt. 100 ×.
Figur 90. Choleravibrio. Colonie auf der Gelatineplatte, 48 Stunden alt. 150 ×.

Tafel XLV.

Figur 91. Choleravibrio. Stichcultur in Nährgelatine, 2 Tage alt. Natürliche Grösse.
Figur 92. Choleravibrio. Stichcultur in Nährgelatine, 3 Tage alt. Natürliche Grösse.
Figur 93. Choleravibrio. Stichcultur in Nährgelatine, 6 Tage alt. Natürliche Grösse.

Tafel XLVI.

Figur 94. Choleravibrio. Gelatinecultur, 2 Tage alt. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 95. Choleravibrio. Bouilloncultur, 2 Tage alt. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel XLVII.

Figur 96. Choleravibrio. Agarcultur, 20 Stunden alt. Geisseltragende Zellen; Ausstrichpräparat, gefärbt nach der Löffler'schen Methode. 1000 ×.
Figur 97. Choleravibrio. Bouilloncultur, 3 Wochen alt. Involutionsformen; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel XLVIII.

Figur 98. Choleravibrio. Cultur auf gestärkter Leinewand, 24 Stunden alt, Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 99. Finkler-Prior's Vibrio. Colonie auf der Gelatineplatte, 24 Stunden alt; ungefärbt. 100 ×.

Tafel XLIX.

Figur 100. Finkler-Prior's Vibrio. Gelatinecultur, Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 101. Finkler-Prior's Vibrio. Stichcultur in Gelatine, 48 Stunden alt. Natürliche Grösse.

Tafel L.

Figur 102. Vibrio Metschnikoff. Taubenblut; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 103. Vibrio Metschnikoff. Gelatinecultur; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel LI.

Figur 104. Vibrio Metschnikoff. Stichcultur in Gelatine. 48 Stunden alt. Ungefärbt. Natürliche Grösse.
Figur 105. Zahnschleim. Kommabacillen, Spirochaeten und Leptothrix. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. 1000 ×.

Tafel LII.

Figur 106. Typhusbacillus. Milz, Schnittpräparat, gefärbt mit alkalischem Methylenblau. 200 ×.
Figur 107. Typhusbacillus. Dasselbe Präparat wie Fig. 106. 500 ×.

Tafel LIII.

Figur 108. Typhusbacillus. Milz, Schnittpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin. 750 ×.
Figur 109. Typhusbacillus. Colonien auf der Gelatineplatte, 3 Tage alt. 100 ×.

Tafel LIV.

Figur 110. Typhusbacillus. Colonie auf der Galatineplatte, Klatschpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel LIV.

Figur 111. Typhusbacillus. Agarcultur, 6 Stunden alt. Geisseltragende Zellen. Ausstrichpräparat, gefärbt nach der Löffler'schen Methode. 1000 ×.

Tafel LV.

Figur 112. Proteus vulgaris. Agarcultur. Ausstrichpräparat, gefärbt nach der Löffler'schen Methode. 1500 ×.
Figur 113. Friedländer's Pneumokokkus. Lungenauswurf eines Pneumonikers. Deckglaspräparat, gefärbt nach Friedländer's Methode. 1000 ×.

Tafel LVI.

Figur 114. R. Pfeiffer's Kapselbacillus. Blut vom Meerschweinchen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 115. A. Fraenkel's Pneumokokkus. Lungenauswurf eines Pneumonikers. Ausstrichpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode. 1000 ×.

Tafel LVII.

Figur 116. A. Fraenkel's Diplokokkus. Colonien auf der Agarplatte, 24 Stunden alt. 100 ×.
Figur 117. A. Fraenkel's Diplokokkus. Colonie auf der Agarplatte. Klatschpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel LXIII.

Figur 118. A. Fraenkel's Diplokokkus. Bouilloncultur, 24 Stunden alt, Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 119. A. Fraenkel's Diplokokkus. Herzblut eines Kaninchens. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel LIX.

Figur 120. A. Fraenkel's Diplokokkus. Milzsaft eines Kaninchens. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 121. A. Fraenkel's Diplokokkus. Peritonitischer Eiter vom Menschen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel LX.

Figur 122. A. Fraenkel's Diplokokkus. Meningitischer Eiter. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. 1000 ×.

Tafel LX.

Figur 123. Bacillus des Rhinoscleroms. Geschwulstmassen aus dem Pharynx. Schnittpräparat, gefärbt mit Anilinwassergentianaviolet. 1000 ×.

Tafel LXI.

Figur 124. Staphylokokkus pyogenes aureus. Abscesseiter vom Menschen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 125. Staphylokokkus pyogenes aureus. Stichcultur in Nährgelatine, 3 Tage alt. Natürliche Grösse.

Tafel LXII.

Figur 126. Staphylokokkus pyogenes aureus. Pyämie. Perirenales Gewebe vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode (Anilinwassergentianaviolet, Jodjodkalium, Pikrocarmin). 100 ×.
Figur 127. Staphylokokkus pyogenes aureus. Pyämie. Niere vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 500 ×.

Tafel LXIII.

Figur 128. Streptokokkus pyogenes. Abscesseiter vom Menschen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. 1000 ×.
Figur 129. Streptokokkus pyogenes. Strichcultur auf Nähragar, 2 Tage alt. Natürliche Grösse.

Tafel LXIV.

Figur 130. Streptokokkus erysipelatis. Haut vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode. 500 ×.
Figur 131. Streptokokkus pyogenes. Niere vom Kaninchen. Schnittpräparat. gefärbt mit Fuchsin. 500 ×.

Tafel LXV.

Figur 132. Gonokokkus. Trippereiter. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 133. Gonokokkus. Trippereiter. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Methylenblau. 1000 ×.

Tafel LXVI.

Figur 134. Recurrensspirillen. Blut vom Menschen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.
Figur 135. Recurrensspirillen. Leber vom Affen. Schnittpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Tafel LXVII.

Figur 136. Bacillus der Hühnercholera. Herzblut einer Taube. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Methylenblau. 1000 ×.
Figur 137. Bacillus der Hühnercholera. Leber einer Taube. Schnittpräparat, gefärbt mit Anilinwassergentianaviolet. 500 ×.

Tafel LXVIII.

Figur 138. Bacillus der Mäusesepticämie. Herzblut einer Maus. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 1000 ×.

Figur 139. Bacillus der Mäusesepticämie. Niere einer Maus, Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode. 500 ×.

Tafel LXIX.

Figur 140. Bacillus des Schweinerothlaufs. Stichcultur in Nährgelatine, 4 Tage alt. Natürliche Grösse.

Figur 141. Bacillus der Mäusesepticämie. Stichcultur in Nährgelatine, 4 Tage alt. Natürliche Grösse.

Figur 142. Mikrokokkus tetragonus. Milzsaft einer Maus. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. 1000 ×.

Tafel LXX.

Figur 143. Mikrokokkus tetragonus. Lunge eines Meerschweinchens. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode. 500 ×.

Figur 144. Aktinomycespilz. Geschwustmassen vom Unterkiefer. Schnittpräparat, gefärbt nach der Weigert'schen Methode. 100 ×.

Tafel LXXI.

Figur 145. Aktinomycespilz. Aktinomykotisches Gewebe aus der Zunge des Rindes. Schnittpräparat, gefärbt mit Fuchsin. 500 ×.

Figur 146. Aktinomycespilz. Geschwulstmassen vom Unterkiefer. Schnittpräparat, gefärbt nach der Weigert'schen Methode. 500 ×.

Tafel LXXII.

Figur 147. Achorion Schönleinii. Favusborke. Schnittpräparrt, gefärbt nach der Gram'schen Methode. 100 ×.

Figur 148. Hefezellen. Oberhefen aus Weissbier. Hängender Tropfen, ungefärbt. 500 ×.

Tafel LXXIII.

Figur 149. Oidium lactis. Gelatinecultur. Hängender Tropfen, ungefärbt. 500 ×.

Figur 150. Mucor stolonifer. Cultur auf Brotbrei. Zupfpäparat in Glycerin, ungefärbt. 300 ×.

Tafel LXXIV.

Figur 151. Penicillium glaucum. Cultur auf Gelatine. Zupfpräparat in Glycerin, ungefärbt. 500 ×.

Figur 152. Aspergillus fumigatus. Cultur auf Agar, ungefärbt. 500 ×.

Herrn

Geheimen Med.-Rath Prof. Dr. R. Koch

in dankbarer Verehrung

gewidmet.

Einleitung.

Der Werth und die besondere Bedeutung photographischer Darstellungen der verschiedenen Erscheinungsformen, unter welchen die Mikroorganismen der Beobachtung entgegentreten, werden zur Zeit wohl von keiner Seite mehr in Zweifel gezogen. Man erkennt es rückhaltslos an, dass die sonst gebräuchlichen Arten der Wiedergabe mikroskopischer Objekte hier, wo es sich vielfach um Dinge handelt, die fast an der Grenze des für uns überhaupt noch sichtbaren stehen, versagen müssen. Eine Zeichnung kann stets nur der Ausdruck subjektiver Wahrnehmung sein und muss deshalb von vornherein auf eine ganz einwandsfreie Zuverlässigkeit verzichten. Wir sehen nicht allein mit dem Auge, sondern auch mit dem Verstande, und je grösser die Schwierigkeiten sind, auf welche das erstere stösst, je weniger sich die Gegenstände der einfachen Anschauung zugänglich erweisen, um so mehr tritt die auslegende und deutende Thätigkeit des letzteren in den Vordergrund, bis wir schliesslich das, was wir zu sehen wünschen, auch in Wahrheit zu sehen glauben und unsere so entstandene Auffassung der Zeichnung zur Wiedergabe anvertrauen. Die photographische Platte dagegen spiegelt mit unbeugsamer Objektivität die Dinge wieder, wie sie wirklich sind, und was auf der Platte erscheint, kann als sicherstes Dokument für die thatsächlich vorliegenden Verhältnisse angesehen werden. Bedeutung der mikrophotographischen Darstellungen. Objektivität.

Aber das „photographische Auge“ tritt an die Gegenstände nicht nur ehrlicher und vorurtheilsloser heran, es vermag dieselben auch vielfach unmittelbar genauer und schärfer zu erfassen. Bei eindringlicher Durchleuchtung der Objekte mit intensivstem Lichte Schärfe.

kommen häufig noch Details und Besonderheiten der Form zum Vorschein, welche bis dahin nicht wahrgenommen werden konnten. Der hierfür erforderlichen Lichtfülle kann aber nur die photographische Platte, nicht auch unser leicht geblendetes Auge Stand halten, und es ergiebt sich hieraus eine weitere Ueberlegenheit der ersteren.

Zwecke der Demonstration.

Die Photographie liefert uns endlich allein die Möglichkeit, Dinge, die wir selbst gesehen und erkannt haben, auch Anderen zu demonstriren und ohne jedesmalige Beihilfe des Mikroskops so vorzuführen, dass ein Zweifel an ihrer Existenz nicht mehr bestehen kann. Sie vermag eindringlicher zu reden, als manche langathmige Beschreibung und ist daher zur Entscheidung strittiger Punkte ganz besonders berufen.

Es sind das alles Verhältnisse, auf welche schon vor Jahren Koch[1]) in so vortrefflicher und überzeugender Weise aufmerksam gemacht hat, dass es unnöthig sein wird, dieselben hier näher zu erörtern. Nur ein Punkt sei noch ganz kurz berührt. In der Praxis der bakteriologischen Untersuchung hat sich vielfach eine gewisse conventionelle Art der mikroskopischen Beobachtung eingebürgert; man achtet regelmässig auf bestimmte, besonders wichtige und belangreiche Eigenschaften des Präparats, übersieht das weitere aber in mehr oder minder absichtlicher und willkürlicher Weise, würdigt also die Eigenthümlichkeiten des Objekts nur zum Theile. Die Colonien der verschiedenen Bakterienarten auf der Gelatineplatte z. B. werden nur ausnahmsweise einer wirklich genauen Betrachtung unterzogen, meist begnügt man sich mit dem allgemeinen Eindruck, mit der Kenntnissnahme der augenfälligsten Aeusserlichkeiten und hält die Untersuchung damit für abgeschlossen. In der Photographie kann eine derartige, häufig genug ganz ungerechtfertigte Sonderung des nach der Ueberlieferung wichtigeren von dem angeblich unwichtigen nicht bestehen. Man erhält deshalb hier nicht selten ein etwas anderes, zunächst vielleicht ungewohntes Bild von Dingen, die man genau zu kennen glaubte, und es mag unter Umständen Ueberwindung kosten, sich mit der neuen Darstellung des Gegenstandes zu befreunden. Wiederholt man aber nun an der Hand der photographischen Aufzeichnung die genaue mikroskopische Betrachtung des Objekts, so wird man sich regelmässig veranlasst sehen, der ersteren Recht zu geben. Dieselbe vermag also einen fördernden, erziehlichen Einfluss auf die gebräuchliche Art der Beobachtung aus-

---

[1]) Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. II. Heft 3. 1877.

zuüben, und man könnte deshalb geneigt sein, die photographische Aufnahme der Mikroorganismen als ein selbstständiges Untersuchungsverfahren anzuerkennen, welchem eine ebenbürtige Stellung neben der ocularen, einfachen Beobachtung zukomme.

Aber die Werthschätzung der photographischen Leistungen darf doch nicht über das Maass hinausgehen, und es muss darauf hingewiesen werden, dass die Photographie zwar unbestreitbare Vorzüge besitzt, dass ihr aber ebenso unzweifelhafte Mängel anhaften. Wenn man freilich der Photographie hat vorwerfen wollen, dass die besonders getreue und zuverlässige Wiedergabe der „natürlichen Verhältnisse“ insofern auf Einbildung und Selbsttäuschung beruhe, als es sich doch in der Mehrzahl der Fälle nur um die Darstellung von Dingen handele, welche durch vorherige Präparation bereits sehr erheblich verändert worden seien, so wird man diesen Tadel gewiss als unzutreffend bezeichnen müssen. Es ist richtig, dass ungefärbte, lebende Objekte der mikrophotographischen Aufnahme gewisse Schwierigkeiten entgegensetzen; aber einmal sind diese letzteren keineswegs unüberwindlicher Natur und ferner beruhen sie im wesentlichen auf verbesserungsfähigen Unzulänglichkeiten eben des Präparationsverfahrens und nicht der photographischen Technik. Mängel der mikrophotographischen Darstellung.

Dagegen ist es als ein wirklicher und leider sogar unabänderlicher Nachtheil der photographischen Darstellung anzusehen, dass dieselbe uns stets nur einen ganz beschränkten, räumlich eng umschriebenen Theil des Präparats zu zeigen vermag. Das rasche Verschieben des Objekts unter dem Mikroskope, der schnelle Vergleich benachbarter Stellen miteinander, das Combiniren von Thatsachen und Einzelheiten, die in verschiedenen Gesichtsfeldern zur Beobachtung kommen, kurz alle die Vorzüge, welche aus der Beweglichkeit des Präparats auf dem Objekttische hervorgehen, werden hier unmöglich. Abbildung einer einzigen Ebene.

Noch wichtiger aber ist der Umstand, dass man sich bei der Photographie auch mit der Betrachtung einer einzigen Ebene des Präparats begnügen muss. Man hat deshalb von vorneherein auf eine Beurtheilung der vorliegenden Structurverhältnisse, der feineren Zusammensetzung, des mechanischen Aufbaus der Objekte, wie sie gerade und nur durch das Studium mehrerer übereinander gelagerter Ebenen des Präparats erzielt werden kann und bei der mikroskopischen Untersuchung vermittelst einfacher Verstellung des Tubus mit Hilfe der Mikrometerschraube jeder Zeit leicht

erreicht wird, zu verzichten. Eine besonders anziehende und lehrreiche Seite der Beobachtung geht damit verloren, und es wird sich dieser Mangel begreiflicher Weise um so fühlbarer machen, je grösser im gegebenen Falle die Zahl der in demselben Objekte vorhandenen, übereinander geschichteten Ebenen ist. Es eignen sich deshalb Gewebspräparate, Schnitte, weniger für die mikrophotographische Darstellung als einfache Deckglaspräparate und ceteris paribus wieder möglichst dünne Schnitte besser als zu dicke Gewebstheile. Aber selbst in diesen sind die Dinge, auf welche es besonders ankommt, nur selten so in eine Ebene zusammengerückt, dass eine vollständige Wiedergabe auf photographischem Wege zu ermöglichen wäre. Man muss es sich häufig genug versagen, einen Bakterienhaufen oder auch nur einen einzigen Bacillus in seiner ganzen Ausdehnung zu fixiren, und wenn man empfohlen hat, diesen Nachtheil durch Aufnahme desselben Präparats in mehreren Ebenen wieder auszugleichen, so ist dies zwar ein wohlgemeinter Rath, aber seine Ausführung kaum ohne grosse Schwierigkeiten zu erreichen. Wir dürfen uns vielmehr nicht verhehlen, dass wir hier an einer Grenze unserer Kunst stehen, die man anerkennen muss, ohne sie überschreiten zu können.

Wölbung des Gesichtsfelds.

Noch eine andere Thatsache gehört in dieses Gebiet, die jedem Beschauer eines Mikrophotogramms sofort in die Augen springt. Bei der Ocularbeobachtung lässt sich die Wölbung des Gesichtsfeldes, welche gerade bei unseren besten Objektiven eine sehr erhebliche zu sein pflegt, durch ein Verschieben des Präparats jeder Zeit leicht unschädlich machen. Wird die Mitte des Sehfeldes von der genauen Einstellung getroffen, so gelingt es ohne Schwierigkeiten, die in den zu gleicher Zeit unscharfen Randbezirken liegenden Theile des Präparats nach dem Centrum hin zu bewegen und damit in die Schärfe zu bringen. Bei den neuen Zeiss'schen apochromatischen Systemen ist es sogar erlaubt, sich die unscharfen Randpartien direkt durch eine Veränderung der Tubuslänge einzustellen, während bei den gewöhnlichen achromatischen Objektiven die Randtheile unter allen Umständen wegen der sphärischen und chromatischen Schwächen dieser Linsen nur mangelhaft zur Abbildung gelangen können. Wie dem aber auch sein möge, jedenfalls machen sich die aus diesen Verhältnissen entspringenden Uebelstände bei der Ocularbeobachtung in so geringem Umfange geltend, und man vermag denselben unter Umständen so leicht abzuhelfen, dass sich wirkliche Beschwerden nicht daraus ergeben.

Bei der Mikrophotographie dagegen kommen die Mittel, deren wir uns dort bedienen können, in Fortfall; es steht uns immer nur ein völlig unveränderliches Gesichtsfeld mit scharfer Mitte, aber unscharfer Randzone zur Verfügung, und es kann nicht bezweifelt werden, dass der Eindruck der photographischen Aufzeichnung hierdurch sehr erheblichen Schaden leidet. Es ist deshalb gewiss ernstlich zu überlegen, ob man nicht für die speciellen Aufgaben der Mikrophotographie apochromatische Objektive construiren sollte, bei denen die Wölbung des Gesichtsfeldes eine weniger ausgesprochene als bei den zur Zeit gebräuchlichen Systemen ist; zu erreichen wäre eine derartige Verbesserung wohl, allerdings immer nur auf Kosten der für die meisten Zwecke so besonders werthvollen Ausdehnung des Objektabstandes.

Man hat aus diesen Schwächen der mikrophotographischen Darstellung Veranlassung genommen, dieselbe trotz ihrer theoretischen Vorzüge als unzulänglich für die Praxis zu bemängeln und war hierzu um so eher geneigt, als auch die Ausführung derselben, die mikrophotographische Technik, eine neue Reihe möglicher Fehlerquellen in sich birgt, die zwar nicht durch die Sache selbst bedingt sind, aber doch häufig genug hervortreten.

Es würde zu weit führen, diese Verhältnisse hier im einzelnen und genaueren zu erörtern; ein Blick auf eine misslungene Platte mit ihren Unschärfen und verschwommenen Contouren, ihren Interferenzsäumen und Flecken, macht es deutlich genug, dass sich unter dem Einfluss derartiger Mängel das Aussehen eines mikroskopischen Bildes bis zur Unkenntlichkeit verändern kann und dass ein unvollkommenes Photogramm eher Schaden zu stiften, als Nutzen zu bringen im Stande ist.

Technik der Mikrophotographie im Allgemeinen.

Alle diese Nachtheile und Schwächen aber vermögen den Werth der photographischen Abbildungen ihren thatsächlichen, durch nichts anderes zu ersetzenden Vorzügen gegenüber in Wahrheit nicht in Frage zu stellen, und was im besonderen noch den letzt erörterten Punkt, die Schwierigkeit der mikrophotographischen Technik betrifft, so ist ihre Handhabung doch keine so complicirte, dass nicht Jeder bei einigem Geschick und Ausdauer sich dieselbe zu eigen machen könnte. Es wird dies dann natürlich mit besonderer Leichtigkeit gelingen, wenn man sich bei den ersten Versuchen nach den Erfahrungen richtet, welche andere bereits vorher auf demselben Gebiete gesammelt haben.

Wir kommen deshalb vielleicht manchen Wünschen entgegen, wenn wir im folgenden kurz das Verfahren mittheilen, dessen wir uns bei der Anfertigung der hier veröffentlichten Photogramme bedienen.

Dasselbe stützt sich im wesentlichen auf diejenigen Grundsätze, welche von R. Koch schon vor längerer Zeit in die mikrophotographische Technik eingeführt worden sind und dann im Laufe der letzten Jahre durch ihn, sowie durch den früher dem hygienischen Institute angehörenden Stabsarzt W. Plagge eine den Fortschritten der Neuzeit entsprechende, weitere Vervollkommnung erfahren haben. Diese Verbesserungen sind vielfach sehr bedeutungsvoller Art; soweit sie sich auf die rein mechanische oder mechanisch-optische Seite des Ganzen, z. B. die Construction der Beleuchtungsapparate etc. beziehen und damit Verhältnisse betreffen, die allerdings von erheblicher Wichtigkeit sind, aber doch dem allgemeinen Interesse ferner liegen, haben sie in dem kürzlich erschienenen „Special-Catalog über Apparate für Mikrophotographie“ von Dr. R. Zeiss in Jena, eine sehr eingehende und sachgemässe Darstellung gefunden, auf die — um Weitläufigkeiten zu vermeiden — zum Theil hier Bezug genommen werden muss.

Die Ausführung photographischer Aufnahmen von Bakterienpräparaten geht nicht unter allen Umständen in völlig gleichmässiger Weise von Statten, erfährt vielmehr, der wechselnden Art der abzubildenden Gegenstände entsprechend, von Fall zu Fall nicht unerhebliche Veränderungen. Von wesentlichster Bedeutung hierbei ist die Höhe der Vergrösserung, bei welcher die Darstellung erfolgen soll, und danach zu unterscheiden zwischen den Aufnahmen, die bei stärkster Vergrösserung, durchschnittlich etwa 1000fach von Statten gehen und sich fast ausschliesslich auf — in der Regel gefärbte — Deckglaspräparate beziehen, und denjenigen Abbildungen, die, wenn sie auch häufig noch mit Anwendung der Oelimmersionssysteme zu Stande kommen, doch nur geringere Vergrösserungen, durchschnittlich etwa 500fach, zeigen und vor allen Dingen — stets gefärbte — Schnittpräparate betreffen. Daneben handelt es sich dann in etwas selteneren Fällen noch um die Darstellung von Objekten mit ganz schwacher Vergrösserung — besonders Bakteriencolonien auf der Platte — und endlich um die, allerdings gar nicht mehr in das Gebiet der eigentlichen Mikrophotographie gehörenden Aufnahmen von Bakterienculturen (Reagensglasculturen) in natürlicher Grösse.

Der mikrophotographische Apparat.

Abgesehen von dem letzteren Falle, den wir vorläufig völlig ausser Betracht lassen wollen, vergegenwärtigt man sich das Wesen der Mikrophotographie zunächst wohl am einfachsten und sinngemässesten so, dass man sich denkt, es trete an die Stelle des beobachtenden Auges bez. unserer Netzhaut bei der einfachen Ocularbetrachtung die empfindliche Platte. In der That hat man die letztere auch anfänglich in entsprechender Weise über dem Tubus des aufrechtstehenden Mikroskops angebracht und erst später aus Rücksichten der Bequemlichkeit, wegen der weitaus leichteren Handhabung des ganzen Apparats, das Stativ des Mikroskops so eingerichtet, dass es horizontal umgelegt werden kann und nun die Camera mit der Platte nicht mehr über, sondern hinter dem Mikroskop, in der Ebene und wagerechten Verlängerung desselben, ihren Platz finden kann. Steht vor dem Mikroskope, auch in der gleichen Ebene, dann noch diejenige Vorrichtung, welche als Ersatz für den beim liegenden Instrumente nicht mehr verwendbaren Spiegel dem Objekt die nöthige Menge von Licht zuführt, so hat man die drei wichtigsten Theile des mikrophotographischen Apparats: Beleuchtungsvorrichtung, Mikroskop mit Zubehör und Camera unmittelbar mit einander vereinigt und in zweckmässigster Weise angeordnet.

Die Mehrzahl der jetzt gebräuchlichen Apparate ist denn auch nach diesem Princip zusammengestellt und bringt dasselbe in mehr oder minder vollkommenem Maasse zum Ausdruck. In besonders hervorragender Weise trägt allen Anforderungen der vorgeschrittenen Technik der neue grosse mikrophotographische Apparat von C. Zeiss Rechnung, der aus den Erfahrungen, die man bisher bei der praktischen Ausübung der Mikrophotographie hat sammeln können, die entsprechende Nutzanwendung zieht. Der Apparat kann deshalb ohne weiteres als die zur Zeit vollendetste Leistung auf diesem Gebiete bezeichnet werden. Die grössere Reihe der im folgenden mitgetheilten Photogramme ist mit Hilfe desselben zur Aufnahme gelangt, während die übrigen ihre Entstehung einem weniger vollkommenen Werkzeuge verdanken, das nur zeitweilig für die besonderen Zwecke der Mikrophotographie zusammengefügt ist, dessen einzelne Theile aber von vornherein nicht alle für diese Aufgabe bestimmt waren und deshalb auch jetzt noch unter Umständen anderweitig verwendet werden können. Es gehören also zu diesem „Apparat“ beispielsweise eine einfache grosse, sogenannte Portrait-

camera und ein gewöhnliches Zeiss'sches Arbeitsmikroskop, das allerdings mit grossem Stativ und beweglichem Objekttisch ausgerüstet ist. Immerhin vermag ein solcher Nothbehelf jedoch den Vergleich mit dem von Zeiss besonders für diese Aufgabe eingerichteten Apparat nicht auszuhalten; wir werden deshalb auch im folgenden wesentlich den letzteren berücksichtigen, seine Anwendungsweise in Betracht ziehen und wollen durch die Erwähnung des anderen Instruments nur darthun, dass man bei mikrophotographischen Aufnahmen keineswegs durchaus auf die sehr vollkommenen, aber auch sehr kostspieligen grossen Apparate angewiesen ist.

1) Beleuchtungsvorrichtung. Gehen wir nun zu einer kurzen Besprechung der einzelnen Theile der ganzen Einrichtung über und beginnen wir mit dem Beleuchtungsapparate, so muss bei dieser Gelegenheit zunächst und vor allen Dingen die principiell sehr wichtige Frage entschieden werden, welcher Art von Licht wir bei den mikrophotographischen Aufnahmen den Vorzug geben. Es hat sich gerade in jüngster Zeit über diesen Punkt eine lebhafte Erörterung erhoben, und man ist von verschiedenen Seiten nachdrücklich für eine Verwendung des künstlichen Lichts, besonders des Kalklichts, des Lampen (Petroleum)-lichts und des Magnesiumlichts eingetreten.

Sonnenlicht. Es würde zu weit führen und die Grenzen der vorliegenden Bemerkungen überschreiten, wenn wir genauer auf diese nicht ganz leicht zu entscheidende Angelegenheit eingehen wollten; es sei hier nur gesagt, dass wir für alle diejenigen Fälle, in denen es sich um irgendwie stärkere Vergrösserungen und namentlich um die Abbildung gefärbter Präparate handelt, dem Sonnenlicht nach unseren Erfahrungen die unbedingt erste Stelle einräumen und auf die Benutzung anderer Lichtquellen verzichten müssen. Es gehört allerdings, wie Jeder, der sich bereits mit mikrophotographischen Aufnahmen beschäftigt hat, bestätigen wird, ein nicht unerhebliches Maass von Selbstüberwindung dazu, um den hier ausgesprochenen Satz von der alleinigen Anwendung des Sonnenlichts auch mit der nöthigen Entschiedenheit in die Praxis zu übertragen. Die Zahl der Sonnentage und Sonnenstunden ist unter unserem Himmel eine so geringe, dass hieraus eine sehr unerwünschte zeitliche Beschränkung für die Ausführung der Mikrophotographie hervorgeht. Wie häufig geschieht es ferner, dass gerade im entscheidenden Augenblick der Exposition eine tückische Wolke die Lichtquelle verfinstert und die angewendete Mühe wie die benutzte Platte verloren sind — Ereignisse, die die Geduld und Ausdauer des Mikro-

photographen zuweilen auf eine harte Probe stellen! Dazu kommt, dass die aktinische Kraft, die chemische Leistungsfähigkeit der Sonne nach der Jahres- und Tageszeit wechselt, dass also die erforderliche Dauer der Exposition fast für jede einzelne Aufnahme eine veränderliche ist und sich hieraus neue Schwierigkeiten für die Technik ergeben.

Wenn wir trotz aller dieser Mängel doch an der Verwendung des Sonnenlichts festhalten, so geschieht dies, weil dasselbe über zwei Vorzüge verfügt, welche keine der anderen Lichtarten in gleicher Weise vereinigt, über Weisse und Intensität, und daher gestattet, Bilder von äusserster Kraft und Stärke mit der geringsten Expositionszeit herzustellen. Gerade der letztere Punkt ist für unsere Zwecke von besonderer Bedeutung. Es kann ganz im Allgemeinen ausgesprochen werden, dass mit der Zunahme der Expositionszeit die Abnahme der Schärfe des Bildes Hand in Hand geht. Es lässt sich ohne ganz ausserordentliche, in grossen Städten fast unmögliche Vorsichtsmassregeln gar nicht verhüten, dass den Apparat hin und wieder leichte Erschütterungen treffen, die von der Strasse auf die Wände des Hauses fortgepflanzt werden und sich den sämmtlichen Gegenständen innerhalb des letzteren mittheilen; je länger sich aber die Dauer der Exposition ausdehnt, um so grösser ist die Gefahr, dass während derselben ein derartiges Ereigniss Statt hat. Besonders deutlich treten diese Verhältnisse bei Anwendung stärkster Vergrösserungen hervor, bei denen die geringste Verschiebung der Einstellung genügt, um die Schärfe des Bildes vollständig zu verwischen und die Aufnahme unbrauchbar zu machen.

Man wird uns hierauf einmal entgegnen, dass es doch thatsächlich Mikrophotogramme giebt, die selbst bei tausendfacher Vergrösserung mit Hilfe von Lampenlicht angefertigt sind. Wir möchten erwidern, dass wir diese wenigen aus der Hand besonders geschickter und unverdrossener Mikrophotographen hervorgegangenen Abbildungen als Ausnahmen ansehen, die nur geeignet sind, die Regel zu bestätigen, denn die grosse Mehrzahl aller bei künstlichem Licht geschaffenen Abbildungen bleibt bei höchstens 500mal stehen. Des Weiteren wird man fragen, ob derartige äusserste Vergrösserungen und die damit erforderlich werdende Verwendung des Sonnenlichts für die Zwecke der photographischen Darstellung durchaus nothwendig seien und nicht auch mit geringeren Anstrengungen das Gleiche oder wenigstens Annäherndes geleistet werden könne. Dem

gegenüber muss betont werden, dass die Besonderheiten der Form und die subtilen Einzelheiten in der Gestalt der Mikroorganismen erst bei starken Vergrösserungen mit genügender Deutlichkeit hervortreten und man deshalb sogar den Satz aufstellen kann, dass brauchbare Mikrophotogramme, die etwas zeigen und beweisen sollen, im Allgemeinen stets mit Hilfe stärkster Vergrösserungen, deren Grenzen durch die Art der Präparate und die Leistungsfähigkeit der Objektive bestimmt werden, zur Aufnahme gelangen müssen. Als solche lässt sich durchschnittlich für Deckglaspräparate die 1000fache, für Schnittpräparate die 500fache[1]) bezeichnen, und es mag deshalb schon hier bemerkt sein, dass unsere im folgenden mitgetheilten Photogramme meist auch dieses typische Maass besitzen. Geht man über dasselbe hinaus, so werden die Gegenstände eher undeutlicher als schärfer. In Deckglaspräparaten erhalten die Bakterien ein plumpes, unförmliches Aussehen, in Schnitten verschwindet die charakteristische Anordnung des Gewebes bis zur Unkenntlichkeit.

Für die Verwendung des Sonnenlichts spricht aber schliesslich noch eine Thatsache, die wir bereits anzudeuten Gelegenheit hatten. Gewisse besonders zarte und schwer erkennbare Details, z. B. die eigenthümlichen Anhängsel mancher Mikroorganismen, welche unter dem Namen der Geisselfäden bekannt sind und die Bewegungsorgane dieser niedersten pflanzlichen Gebilde darstellen, kommen vielfach

---

[1]) Die Höhe der im einzelnen Falle bei der Aufnahme irgend eines Präparats zur Anwendung kommenden Vergrösserung ist an unserem Apparate ein für alle Male genau festgestellt und so markirt, dass sie sofort ohne Schwierigkeiten abgelesen werden kann. Es ist für diesen Zweck nur nöthig, ein Objektmikrometer — ein Millimeter in 100 Theile getheilt — mit einer beliebigen Combination von Objektiv, Projektionsocular und Cameralänge genau einzustellen — man achte auf die Schärfe des Oculardiaphragmas — das Maass der nun vorliegenden Vergrösserung nach der Ausdehnung der Intervalle zwischen den Theilstrichen direct auf der matten Scheibe auszumessen und den gefundenen Werth auf dem Laufbrett der Camera selbst zu verzeichnen. (Kommen beispielsweise genau 10 Theilstriche im Bilde der matten Scheibe auf den Raum von 10 Ctm., so ist die Vergrösserung gerade eine 1000fache, da $10 \cdot \frac{1}{100}$ Mm. $\left(\frac{1}{10}\text{Mm.}\right) = 10$ Ctm. lang geworden sind.) Dieselbe Zusammenstellung von System und Ocular giebt dann bei der gleichen Balglänge des Cameraauszuges auch stets wieder die nämliche Vergrösserung. Die gebräuchlichen Maasse derselben, 100×, 150×, 200× etc. lassen sich hierdurch leicht von vornherein mit aller Sicherheit ermitteln und für jede weitere Benutzung des Apparats definitiv angeben.

erst bei der intensivsten Durchleuchtung der Präparate zum Vorschein, und man soll hieraus Veranlassung nehmen, namentlich in allen denjenigen Fällen, in denen es sich um stärkere Vergrösserungen handelt, Sonnenlicht zu benutzen. Für schwächere Vergrösserungen freilich reicht unter Umständen auch das künstliche Licht oder selbst das diffuse Tageslicht aus, welches letztere allerdings nur für Aufnahmen bei ganz schwacher Vergrösserung, z. B. von Colonien auf der Gelatineplatte ernstlich in Betracht gezogen werden kann.

Die Handhabung des Sonnenlichts geschieht ganz nach den Vorschriften, die Koch seiner Zeit hierfür gegeben hat; es werden die Sonnenstrahlen vermittelst eines einfachen Heliostaten, eines Sonnenspiegels aufgefangen, die scheinbare Bewegung der Sonne um die Erde, d. h. die stetige Verschiebung des Strahlenbündels resp. des beleuchteten Punktes hierdurch paralysirt, und das so festgestellte Licht entweder unmittelbar oder mit Hilfe eines zweiten, gewöhnlichen Spiegels dem Mikroskope zugeführt. Diese letztere Einrichtung ist bei dem neuen Zeiss'schen Apparat in Anwendung; sie macht es möglich, Mikroskop und Camera nicht nur in der Achse des durch den Heliostaten projicirten Strahlenbüschels, sondern auch in einem beliebigen Winkel zu demselben aufzustellen. Der Heliostat.

Der Heliostat braucht kein allzu fein gearbeitetes Instrument zu sein; vollkommen genügend ist z. B. ein sogenannter Spencer'scher, wie er für etwa 120—130 M. von jeder optischen Werkstätte geliefert wird. Es ist anzurathen, die Scheibe des Spiegels nicht zu gross zu wählen, damit sie durch Windstösse, welche den Heliostaten treffen, wenn derselbe im Freien, vor dem Fenster, Platz hat, weniger bewegt werde, und ferner ist es besonders empfehlenswerth, den Spiegel aus planparallelem Glase oder aus Metall (Silber) anfertigen zu lassen, um die Verzerrungen, welche das Bild der Sonne auf dem gewöhnlichen Glasspiegel mit Quecksilberfolie regelmässig erleidet, aufzuheben.

Was dann den zweiten der Hauptbestandtheile des mikrophotographischen Apparats, nämlich das Mikroskop selbst mit seinem Zubehör, angeht, so ist die erforderliche Einrichtung des Stativs mit wenigen Worten zu kennzeichnen. Dasselbe muss sich umlegen, in die horizontale Lage bringen lassen, aus Gründen, die bereits erörtert sind; der Spiegel soll jeder Zeit leicht zu entfernen sein, und endlich 2) Mikroskop und Zubehör. Stativ.

muss die Mikrometerschraube eine Randzahnung tragen, welche die Bewegungen eines von rückwärts her vermittelst eines Stellstabes dirigirten anderen Zahnrades aufzunehmen vermag. Nicht gerade unentbehrliche, aber die Praxis ausserordentlich erleichternde Hilfsapparate am Stativ sind ferner ein verschiebbarer Objektisch (Findertisch) und eine neue nach den Angaben von Zeiss[1]) construirte centrirbare Schlittenvorrichtung für das Wechseln der Objektive.

Verschiebbarer Objekttisch.

Der erstere macht es möglich, charakteristische Stellen in den Präparaten, welche man bei der mikroskopischen Untersuchung als besonders geeignet für die photographische Aufnahme erachtet, nach der Angabe der beiden auf dem Tische angebrachten Nonii mit Sicherheit zu markiren und setzt uns damit in den Stand, einen derartigen Punkt in jedem Augenblick rasch wieder finden zu können. Das überaus mühsame und zeitraubende Geschäft des Aufsuchens brauchbarer Stellen in den Präparaten lässt sich also mit aller Ruhe auf dem Arbeitsplatz, fern vom photographischen Apparate und ausserhalb der Sonnenstunden bewerkstelligen, ohne dass die hierbei gewonnenen Ergebnisse für eine spätere Benutzung verloren gingen.

Schlittenrevolver.

Der „Schlittenrevolver" beseitigt den Uebelstand der gewöhnlichen Wechselvorrichtung für die Objektive, nicht centrirt zu sein; sind die Schlitten mit Hilfe von zwei in entsprechender Weise wirkenden Schrauben richtig gestellt, so fallen bei sämmtlichen an denselben befestigten Objektiven die Mittelpunkte der Gesichtsfelder genau auf den nämlichen Punkt des Präparats.

Objektive.

Was neben diesem mechanischen nun den optischen Theil der Ausrüstung des Mikroskops anbelangt, so kann zunächst mit aller Bestimmtheit ausgesprochen werden, dass gute mikrophotographische Aufnahmen, namentlich solche mit stärkerer Vergrösserung, nur bei Benutzung der neuen Zeiss'schen apochromatischen Systeme zu erreichen sind. Die Ueberlegenheit dieser Objektive beruht, wie bekannt, wesentlich in der Beseitigung gewisser chromatischer Mängel, die den früheren Linsen, selbst den besten, noch anhafteten. Die Apochromate sind frei von Resten des secundären Farbenspectrums, lassen deshalb keine Differenz im Focus der verschiedenfarbigen Strahlen mehr hervortreten und sind schon aus diesem Grunde geradezu wie gemacht für die speciellen Zwecke der

[1]) Zeitschrift für wissenschaftl. Mikroskopie. IV. 3. p. 293. (1887).



Amphipleura pellucida

(eingebettet in Realgar)

Vergrösserung: 1000

Objectiv: Apochromat 2 mm, 1,40; Projectionsocular 4. Schiefe Beleuchtung mit monochromatischem blauen Lichte.

Mikrophotographie. Dazu kommt dann noch der Umstand, dass der Oeffnungswinkel dieser Systeme in Folge ihrer tadellosen sonstigen Beschaffenheit in seinem ganzen Umfange vermittelst der Oculare ausgenutzt werden kann, und dass Hand in Hand hiermit eine erhebliche Steigerung des Auflösungsvermögens zu bemerken ist.

Die neuen Objektive sind damit in höherem Maasse, als ihre sämmtlichen Vorgänger, im Stande, in den mechanischen Aufbau der Objekte einzudringen und die Structur derselben zu enthüllen, eine Thatsache, die besonders deutlich bei der Untersuchung von Diatomeenschalen hervortritt. Bei diesen lassen sich mit Hilfe der Apochromate häufig noch Liniencombinationen in der Zeichnung der Frustel entziffern, die früher nicht oder nur theilweise zum Vorschein kamen. Als Beweis für diese Behauptung mag das nebenstehende Photogramm von Amphipleura pellucida dienen; machte es noch vor kurzem unter Umständen Schwierigkeiten, überhaupt das Vorhandensein einer Querstreifung auf der Schale mit genügender Deutlichkeit zur Anschauung zu bringen, so war es nur in seltenen Ausnahmefällen zu zeigen geglückt, dass die vermeintlichen Querstreifen ihrerseits wieder aus einzelnen Pünktchen oder Knötchen zusammengesetzt sind, deren Anzahl sich auf 12—14 beläuft. Bei der Benutzung der Apochromate dagegen kann man diese Verhältnisse regelmässig und mit Sicherheit feststellen. Unser beobachtendes Auge freilich ist nicht im Stande, derartige ausserordentlich feine Unterschiede und Einzelheiten noch wahrzunehmen; selbst geübte Beobachter vermögen bei der mikroskopischen Betrachtung die Pünktchen der Querstreifung kaum zu erkennen, und wir haben es also hier wieder mit einem Falle zu thun, in welchem die Ueberlegenheit der Mikrophotographie klar zu Tage tritt.

Unentbehrlich ausser den Apochromaten ist ferner eine andere aus der Zeiss'schen Werkstatt neuerdings hervorgegangene optische Vervollkommnung, die sich nicht auf die Objektive, sondern auf die bei der Photographie zu verwendenden Oculare bezieht. Bei der mikroskopischen Untersuchung wird das in der Höhe des oberen Tubusendes durch das Objektiv entworfene Luftbild bekanntlich von dem als Loupe wirkenden gewöhnlichen Ocular aufgenommen, entsprechend vergrössert und so zur Darstellung gebracht. Will man diesen Vorgang bei der Mikrophotographie dadurch auf das genaueste nachahmen, dass man die empfindliche Platte unmittelbar an den Platz des beobachtenden Auges treten lässt, sie also in grösserer Projectionsoculare.

oder geringerer Entfernung über dem Oculare befestigt und das Bild durch das letztere projicirt, so bekommt man niemals ein ganz befriedigendes Ergebniss, „weil solche Oculare — die achromatischen und aplanatischen nicht ausgenommen — bei derartigem Gebrauch fast immer beträchtliche Fehler sphärischer oder chromatischer Art einführen, welche die Präcision des schliesslichen Bildes beeinträchtigen“ [1]).

Man kann diesem Uebelstande dadurch zu begegnen suchen, dass man das Ocular völlig beseitigt und das Bild, so wie es vom Objektive allein geliefert wird, auf der Platte fixirt. Bringt man diese direkt an der Stelle des Oculars an und fängt das hier entstehende Luftbild auf — ein Verfahren, welches der bekannte Mikrophotograph van Heurck anzuwenden pflegt — so erhält man ausserordentlich kleine Negative, die nun erst mit Hilfe irgend eines Projektionsapparats etc. auf das erforderliche Maass vergrössert werden müssen. Das Verfahren wird hierdurch ein besonders umständliches und zeitraubendes, ganz abgesehen von den Schwierigkeiten einer scharfen und genauen Einstellung der winzigen Bilder auf der Scheibe der Camera.

Wird die gewünschte Höhe der Vergrösserung aber ohne weiteres dadurch erreicht, dass man, gleichfalls bei fehlendem Ocular, mit der Platte vom oberen Tubusende mehr und mehr abrückt, den „Plattenabstand“ steigert, mit anderen Worten den Tubus durch die Camera verlängert und auszieht, so muss man erstens, wenn es sich um etwas stärkere Vergrösserungen handelt, sehr erhebliche Balglängen der Camera in Benutzung nehmen und erhält andererseits doch niemals wirklich scharfe und tadellose Bilder. Unsere Objektive sind, „kurzsichtig“, d. h. sie sind mit ihrem Strahlengange nur für eine ganz bestimmte Tubuslänge — meist 160 mm — corrigirt, und je weiter diese Normaldistanz überschritten wird, um so mehr verliert das vom Objektiv entworfene Bild an Vollkommenheit.

Zeiss hilft allen diesen Mängeln dadurch ab, dass er das in der Ebene des Oculars entstehende Luftbild vermittelst eines besonderen Linsensystems, eines photographischen Objektivs, das nur äusserlich die Form eines Oculars erhalten hat, aufnimmt und es nun, entsprechend vergrössert, weiter projicirt. Diese sogenannten Projektionsoculare, die also in Wirklichkeit für photographische

[1]) Zeiss, Specialcatalog etc.

Aufnahmen sphärisch und chromatisch besonders genau corrigirte, wie die apochromatischen Systeme von Focusdifferenz zwischen chemischen und optischen Strahlen freie Objektive sind, werden von uns da, wo es sich um etwas stärkere Vergrösserungen handelt, ganz ausschliesslich benutzt und können wegen ihrer zweifellosen Vorzüge unbedingt empfohlen werden.

Achromatischer centrirbarer Condensor.

Zur optischen Ausrüstung des Mikroskops gehört weiter als wesentlicher Theil der besondere Beleuchtungsapparat, der für die Zwecke der Mikrophotographie erforderlich ist. Die Sonnenstrahlen, wie sie vom Heliostaten reflectirt werden, sind aus bestimmten Gründen nicht geeignet, zur direkten Beleuchtung des Präparats zu dienen. Dieselben stellen uns nämlich nur Beleuchtungskegel von ausserordentlich engem Oeffnungswinkel (etwa $1/2^0$) zur Verfügung, während wir im Gegentheil recht breiter Beleuchtungsbüschel benöthigen, um keine Diffractionssäume um die Contouren des Bildes entstehen zu lassen. Derartige Diffractionssäume, die man auch als Interferenzringe etc. zu bezeichnen pflegt — nach Abbe gewöhnliche Beugungserscheinungen des Lichts an der Schattengrenze der Objekte — treten um so stärker hervor, je enger der Beleuchtungskegel, je intensiver aber zugleich das verwendete Licht ist, so dass sie gerade bei Gebrauch direkten Sonnenlichts die Deutlichkeit des Bildes in ganz besonders empfindlichem Maasse stören.

Schon diese Verhältnisse[1]) geben uns zwingende Veranlassung, das Sonnenlicht durch geeignete Vorrichtungen in ein Licht mit weitem Oeffnungswinkel der einfallenden Strahlen zu verwandeln. Wir bedienen uns hierfür eines Condensorsystems von der Construction, welche auch der Abbe'sche Apparat am gewöhnlichen Bakterienmikroskop besitzt. Dass wir diesen selbst nicht ohne weiteres benutzen können, hat seinen Grund einmal in der Thatsache, dass er nicht in geeignetem Maasse chromatisch corrigirt ist, das entworfene Lichtbild also kein ganz vollkommenes wird, und ferner darin, dass er seitliche Verschiebungen nicht gestattet, mit anderen Worten, dass er nicht centrirt werden kann.

Es ist aber eine der unumgänglichsten Forderungen für das Gelingen guter mikrophotographischer Aufnahmen, dass die Mitte des Gesichts-

[1]) Nähere Auseinandersetzungen über diesen Punkt finden sich in der schon mehrfach erwähnten Abhandlung von R. Zeiss.

feldes des beleuchteten Präparats genau in die Achse des Beleuchtungskegels falle. Sobald der letztere daher seine Stellung nach der einen oder anderen Richtung hin auch nur um ein Geringes verändert, muss man entweder mit dem Präparate, d. h. also dem ganzen Mikroskope und der von diesem wieder abhängigen Camera der betreffenden Bewegung Folge leisten, oder man muss den Beleuchtungsbüschel durch eine Verschiebung des Sonnenspiegels wieder in seine frühere Lage zu bringen suchen. Beides hat seine grossen Unbequemlichkeiten und wird leicht vermieden durch eine Vorkehrung, die es gestattet, vermittelst einer entsprechenden Verrückung des Condensors die Richtung der Achse des von ihm entworfenen Beleuchtungskegels zu bestimmen.

So befinden sich denn an dem von Zeiss für photographische Zwecke angefertigten Condensor zwei Stellschrauben, welche eine beliebige Verschiebung des Apparats nach den Seiten hin zulassen und es also ermöglichen, das projicirte Strahlenbündel in jedem Augenblick genau in die Mitte des Gesichtsfeldes zu leiten. Ausserdem besitzt der photographische Condensor noch eine Einrichtung, um diejenige Bewegung, die beim stehenden Mikroskop das Senken und Heben des Abbe'schen Apparats bewirkt, besonders sorgfältig und fein zur Ausführung zu bringen, und endlich ist er chromatisch und sphärisch so vollkommen corrigirt, dass die optischen Mängel fast vollständig beseitigt sind. Gerade diese letzte Verbesserung hat sich nicht ganz ohne Schwierigkeiten erreichen lassen, namentlich da aus besonderen Gründen verlangt werden musste, dass der achromatische Condensor auch eine genügend grosse Apertur besitze, und es ist Zeiss erst neuerdings gelungen, dieser Forderung durch Construction eines achromatischen Beleuchtungsapparats mit 1,0 n. Ap. so weit als möglich nachzukommen.

Für diejenigen Fälle, wo die volle Oeffnung nicht in ihrem ganzen Umfange benutzt werden soll oder kann, ist der Condensor mit einem Diaphragma versehen, das nach dem Muster der jetzt auch bei den gewöhnlichen Mikroskopen allgemein gebräuchlichen Irisblende hergestellt ist.

3) Camera. Was endlich die Einrichtung des dritten und letzten Haupttheils des mikrophotographischen Apparats, der Camera nämlich, angeht, so genügt hier jede der auch sonst gebräuchlichen Kammern, sofern dieselbe gut und lichtdicht gebaut ist, mehrere bequem gleitende Cassetten besitzt und über einen Balg verfügt, der unter Umständen auf mindestens 1 Meter Länge ausgezogen werden kann. Das vordere so-

genannte Objektivbrett der Camera muss mit einer Vorrichtung versehen sein, an welcher sich das Ansatzstück für die Herstellung einer lichtdichten Verbindung mit dem Tubusende des Mikroskops befestigen lässt. Dieser Zwischentheil seinerseits wird entweder durch einen konisch zulaufenden Trichter aus Schwarzblech gebildet, der mit seiner weiten hinteren Oeffnung auf dem entsprechenden Ausschnitt im Objektivbrett der Camera aufsitzt, oder er besteht — beim Zeiss'schen Apparat — aus einem am Mikroskopende der Camera befindlichen Hülsenstück, welches in eine entsprechend construirte doppelte Kapsel am Tubus des Mikroskops eingreift.

Ist das photographische Bild nach dem Abschluss des lichtdichten Zusammenhangs auf der matten Scheibe der Camera erschienen, so wird die feinere Einstellung, nach dem Vorgange von Fritsch, vermittelst eines Hooke'schen Schlüssels bewirkt, dessen Bewegungen sich auf die oben erwähnte Zähnung der Mikrometerschraube des Stativs übertragen.

Sehr nützlich ist es, wenn die Camera, wie dies beim Zeiss'schen Apparat der Fall, aus 2 trennbaren Hälften besteht, deren eine — vordere — für sich benutzt werden und namentlich auch aus der horizontalen in die verticale Lage gebracht werden kann, so dass sie damit über das — aufgerichtete — Mikroskop tritt. Es wird diese Veränderung der gewöhnlichen Stellung dann von Vortheil, wenn es sich um die Aufnahme von Objekten handelt, welche, wie Plattenculturen, hängende Tropfen u. s. f., schwer oder gar nicht auf dem Mikroskoptische befestigt werden können, so lange derselbe senkrecht steht.

Camera und Mikroskop werden entweder auf dem nämlichen Tische befestigt, oder besitzen jede einen besonderen Untersatz. Die letztere Einrichtung bietet den Vortheil, dass die an der Camera nothwendig werdenden Manipulationen, z. B. das Einschieben der Cassette das Mikroskop selbst gar nicht berühren, so dass die Einstellung vor Erschütterungen und Verschiebungen nach Möglichkeit geschützt ist. Um auch die Einwirkung von aussen kommender Stösse thunlichst abzuschwächen, empfiehlt es sich ferner, die Füsse der Tische auf eine starke Filzschicht zu setzen.

Sind Heliostat, Mikroskop mit Zubehör und Camera in der erforderlichen Ausführung vorhanden, so ist zunächst die Frage zu erörtern, in welcher Weise man diese einzelnen Theile am geeig- Zusammenstellung der einzelnen Theile.

netsten gruppirt, um sie zu einem gemeinschaftlichen, sicher functionirenden Ganzen zu vereinigen.

Der Sonnenspiegel muss seinen Platz vor dem Fenster der nach Osten oder besser noch der nach Süden gerichteten Wand des Zimmers erhalten, um der directen Beleuchtung möglichst lange und unbehindert zugänglich zu sein. Man setzt den Heliostaten also auf eine feste, ebene Steinplatte, die irgendwie vor dem Fenster angebracht ist, richtet das Instrument nach der Tageszeit und dem jeweiligen Stande der Sonne und hat damit schon den entscheidenden Anhaltspunkt für die weitere Orientirung gewonnen.

Centrirung des Apparats.

Die, man darf wohl sagen, grundlegende Vorbedingung für das Zustandekommen brauchbarer Ergebnisse beruht nämlich hier, wie bei jedem optisch wirksamen Apparat auf der äusserst genauen Centrirung der einzelnen Theile, d. h. die Achse des vom Heliostaten reflectirten Strahlenbündels muss vollkommen mit der Mittellinie der übrigen Stücke zusammenfallen.

Um dies zu erreichen, sucht man zunächst nach dem blossen Augenmaasse die Höhenlage der wesentlichsten Punkte, also der Mitte des Sonnenspiegels, der Tubusachse des Mikroskops und endlich der Cameraachse in dieselbe Ebene zu bringen. Da das liegende Mikroskop wohl stets erheblich niedriger als die Camera ist, so muss man dem Stativ einen entsprechend gebauten Untersatz, am besten eine auf 3 Schraubfüssen stehende und vermittelst derselben leicht auf- und abwärts zu bewegende Metallplatte geben, die es ermöglicht, den Tubus in die Höhe der Cameraachse einzurichten.

Die Stellung des Heliostaten einerseits, des Mikroskops und der Camera andererseits wird dann so in vorläufige Uebereinstimmung gebracht, dass man entweder den Tisch resp. die Tische, auf welchen die beiden letzt genannten Stücke des Apparats Platz haben, in geeigneter Weise hebt bez. senkt, oder dass man die Steinplatte des Heliostaten nach oben oder unten verlegt.

Die endgiltige Centrirung des ganzen geschieht dann folgendermassen: Man entfernt zunächst von dem (liegenden) Mikroskop alle optischen Theile, also Spiegel, Abbe'schen Condensor, Objektiv und Ocular, stellt zwischen dem nackten Stativ und der Camera die lichtdichte Verbindung her und wirft nun vom Spiegel des Heliostaten das Sonnenlicht möglichst genau auf die vordere Oeffnung des Tubus. Es muss jetzt, wenn der ganze Apparat in der gehörigen Weise gerichtet ist, auf der matten Scheibe der Camera und

zwar genau in der Mitte derselben, ein kreisrunder, hell leuchtender Fleck erscheinen, der die Grösse der lichten Weite des Tubus besitzt. Weicht derselbe irgendwie vom Mittelpunkte ab, so ist dies ein sicheres Zeichen, dass die Centrirung noch keine vollkommene ist und in entsprechender Weise verbessert werden muss. Jetzt erst wird das Stativ mit dem Condensor, dem schwachen Objektiv und dem Ocular montirt, das vom Beleuchtungsapparat entworfene kleine Sonnenbildchen scharf eingestellt und endlich mit Hilfe der Centrirschrauben des achromatischen Abbe'schen Apparates in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht.

Bei dem neuen Zeiss'schen Apparat, bei welchem ein besonderer zweiter Spiegel das vom Heliostaten ausgehende Strahlenbündel auffängt und dem Mikroskope zuführt, giebt dieser dann auch den eigentlichen Richtpunkt für die eben erörterte Centrirung der übrigen Theile ab.

Als ein entschiedener Vortheil des letztgenannten, den Mechanismus anscheinend erschwerenden Zwischengliedes muss es bezeichnet werden, dass kleine Bewegungen des Sonnenspiegels, wie sie während der Benutzung des Apparats fast unvermeidlich sind, durch entsprechende Drehungen des zweiten Spiegels jeder Zeit mit Leichtigkeit ausgeglichen werden können. Dass der Gang der Sonnenstrahlen die vorgeschriebene Bahn nicht verlässt, controlirt man am besten mit Hilfe einer Blendscheibe, durch deren Ausschnitt der Lichtbüschel bei richtiger Stellung gerade so durchfahren muss, dass das helle Bild der beleuchteten Spiegelscheibe sich nach allen Seiten gleichmässig um diesen Mittelpunkt vertheilt.

Ist die Aufstellung des mikrophotographischen Apparats so weit erfolgt, so kann derselbe sofort in Benutzung genommen werden. Aber ehe wir die speciellen Verfahren erörtern, welche hierbei in Anwendung kommen, bevor wir davon sprechen, wie man photographirt, wird es zweckmässig sein, einen Augenblick noch die Frage zu berühren, was man photographiren soll, mit anderen Worten, ob und welche besonderen Anforderungen an die Art der Objekte, der Präparate, für die mikrophotographische Wiedergabe gestellt werden müssen.

Es lässt sich hierauf zunächst ganz im Allgemeinen bemerken, dass die „besten" Präparate für die Mikrophotographie eben gut genug sind. Ueber den Werth und die Beschaffenheit eines mikroskopischen Präparats gewinnt man in der That häufig genug erst dann ein sicheres

Eigenschaften der Präparate.

Urtheil, wenn man es unternimmt, dasselbe bezw. Theile desselben durch die Photographie zu fixiren. Bei der gewöhnlichen mikroskopischen Untersuchung verführt uns die Leichtigkeit, mit der es gelingt, durch kleine Verschiebungen der Objekte besonders charakteristische Stellen aus verschiedenen benachbarten Gesichtsfeldern schnell nacheinander der Beobachtung zugänglich zu machen und also durch eine Art von Auslese gewissermassen zusammenzutragen, vielfach zu einer Ueberschätzung des Präparats. Will man dasselbe dann photographiren und ist nun auf den Ertrag und die Leistung eines einzigen Gesichtsfeldes angewiesen, so bemerkt man erst, dass keines derselben alles das zu zeigen vermag, was man zu sehen wünscht. Dazu kommt, dass, wenn in einem Präparat neben besonderen Vorzügen diese oder jene Mängel, beispielsweise vereinzelte Farbstoffniederschläge u. s. f. bestehen, die Ocularbeobachtung hierüber schonend hinwegzusehen liebt, während die Photographie mit rücksichtsloser Unparteilichkeit alles zu gleichmässig genauer Darstellung bringt.

Es ergiebt sich aus alledem die Nothwendigkeit, nur hervorragend gute, gleichmässig gelungene Präparate für die Mikrophotographie zu verwerthen und in diesen wieder mit gewissenhafter Sorgfalt — auf dem Arbeitsplatze und vermittelst des Findertisches — diejenigen Stellen aufzusuchen, die für unsere Zwecke besonders geeignet sind. Hierbei spielen Erfahrung und Uebung eine nicht unerhebliche Rolle: man lernt allmälig, die Präparate „mit photographischem Auge“ ansehen und sie unter diesem Gesichtspunkte durchmustern.

Der Werth brauchbarer Präparate für den endlichen Ausfall der photographischen Aufnahmen kann im übrigen kaum hoch genug veranschlagt werden. Derjenige, der die ersten Schwierigkeiten der eigentlichen Technik so weit überwunden hat, dass er dieselbe mit einiger Sicherheit zu handhaben vermag, wird gewiss dem Urtheile beipflichten, dass ein gutes Präparat, wenn nicht die Hauptsache, so doch sicherlich eine sehr wesentliche Bedingung für das Gelingen eines guten Photogramms ist.

Ungefärbte Präparate.

Präparate von Mikroorganismen können im ungefärbten und im gefärbten Zustande benutzt werden. An die ersteren werden im Allgemeinen keine anderen Anforderungen als bei der einfachen mikroskopischen Untersuchung gestellt. Doch mag bemerkt sein, dass die Strömungen und Bewegungen in der Flüssigkeit des hän-

genden Tropfens, die natürlich bei photographischen Aufnahmen besonders störend wirken, sich häufig dadurch beseitigen lassen, dass man an die Stelle der Nährbouillon bei der Cultur im hohlen Objektträger einen Tropfen Nährgelatine oder Nähragar setzt. Die Bakterien werden damit lebend und ungefärbt in ganz vollkommener Weise fixirt und auch die eigenbeweglichen Mikroorganismen der Photographie zugänglich, ohne dass sie in ihrem sonstigen Verhalten, ihrem kennzeichnenden Aussehen etc. irgendwie verändert werden.

Gefärbte Präparate.

In gefärbten Präparaten sollen diejenigen Elemente, auf deren Wiedergabe die Photographie im gegebenen Falle besonderen Werth legt, vor Allem also die Bakterien selbst, auch durch die Tinction in entschiedenster Weise hervorgehoben werden. Es ist deshalb zunächst principiell zu verlangen, dass die Mikroorganismen als intensiv gefärbte Theile von den weniger intensiv oder gar nicht gefärbten übrigen Partien, dem sogenannten Untergrunde, möglichst deutlich abstechen. Am schwierigsten ist dieser Forderung dann gerecht zu werden, wenn neben den Bakterien auch die Gewebsverhältnisse in ihren charakteristischen Theilen bemerkbar werden sollen und also von vornherein eine entsprechende tinctorielle Berücksichtigung erfahren müssen. Im wesentlichen wird sich die Färbung freilich darauf beschränken, ausser den Mikroorganismen die Kerne deutlich zu machen, da eine weitergehende Durchfärbung des Gewebes mit dem eben aufgestellten Grundsatze schwer vereinbar, d. h. nur auf Kosten der Schärfe und Deutlichkeit der Bakterien zu erreichen ist.

Eine solche intensive Bakterien- resp. Bakterien- und Kernfärbung ist mit Hilfe der gewöhnlichen Anilinfarben meist ohne Schwierigkeit zu erzielen. Gerade die einfachsten Verfahren — die einfache Deckglasfärbung und die Weigert'sche Kernfärbung für Schnitte — liefern hier die besten Ergebnisse, und die complicirteren Methoden, wie die Gram'sche u. s. w., welche bei der mikroskopischen Untersuchung ihre zweifellosen Vorzüge haben und das Auge durch schöne Bilder erfreuen, sind für unsere Zwecke keineswegs die brauchbarsten. Während man ferner aus bestimmten Gründen, deren genaue Erörterung noch folgen wird, früher in der Auswahl der Farben für Präparate, die der mikrophotographischen Wiedergabe unterworfen werden sollten, ausserordentlich beschränkt war, bestehen heute auch von dieser Seite keine wesentlichen Schwierigkeiten mehr, und es kann deshalb jede der gebräuchlichen Anilinfarben in

Anwendung genommen werden. Doch mögen schon der Intensität, des satten, energischen Tons halber, mit welchem sie die Objekte durchtränken und ferner auch aus gewissen spectralen Gründen Fuchsin und Gentiana(Methyl)violet vor den anderen Farbstoffen eine Bevorzugung verdienen.

Dass die Präparate im Hinblick auf die Unfähigkeit der mikroskopischen Linsen, also auch der photographischen Darstellung, zu gleicher Zeit mehr als eine bestimmte Ebene des abzubildenden Gegenstandes aufzunehmen, in besonders dünnen und gleichmässigen Schichten hergestellt sein müssen, ist bereits erwähnt worden. Bei den Schnitten kann diese Forderung auch im günstigsten Falle immer nur bis zu einer gewissen Grenze erfüllt werden, und es ergiebt sich hieraus die Nothwendigkeit, mit der Anwendung stärkster Vergrösserungen, wie sie einfachen Deckglaspräparaten gegenüber durchaus am Platze sind, bei der Wiedergabe von Gewebspräparaten vorsichtiger zu sein.

Principien der Beleuchtung und Einstellung der Objekte.

Der wichtigste Punkt des ganzen mikrophotographischen Verfahrens betrifft nun die Art der Beleuchtung und Einstellung, mittelst welcher man die Präparate, deren allgemeine Eigenschaften wir soeben besprochen haben, der Wiedergabe zugänglich zu machen sucht. Bei der gewöhnlichen Photographie handelt es sich regelmässig um die Aufnahme undurchsichtiger Gegenstände, welche das ihnen zuströmende, auf sie auffallende Licht diffus reflectiren und durch die hierbei entstehenden Ungleichheiten, die wir in ihren Contrasten als Licht und Schatten zu bezeichnen pflegen, auf der empfindlichen Platte Eindrücke von verschiedener Stärke hervorrufen, welche das „Bild" zusammensetzen. Ganz anders bei der Mikrophotographie, welcher — wenigstens Bakterienpräparaten gegenüber — die Aufgabe erwächst, durchsichtige Objekte und zwar bei durchfallendem Licht zur Darstellung zu bringen.

Beleuchtung ungefärbter Präparate.

Die Verhältnisse, welche aus dieser Thatsache hervorgehen, werden ihrerseits wieder wesentlich durch den Umstand beeinflusst, ob im einzelnen Falle ungefärbte oder gefärbte Objekte in Frage kommen. Ungefärbte Gegenstände können, wie dies wohl von der gewöhnlichen, mikroskopischen Beobachtung her zur Genüge bekannt ist, nur dann überhaupt zur Anschauung gelangen, wenn sie in ihrem Lichtbrechungsvermögen verschieden sind von dem des einschliessenden Mediums, der umgebenden Flüssigkeit. In ungefärbten Bakterienpräparaten, hängenden Tropfen etc. sind diese Differenzen vielfach so geringfügiger Natur, dass sie nur an den Umrissen, den

Contouren der Objekte deutlich in die Erscheinung treten, weil sie hier gewissermaassen verstärkt werden durch die Continuitätstrennung, welche das sonst gleichartige Medium an den Grenzen der einzelnen eingeschlossenen Bakterien erfährt. An den Stellen, wo eine solche Unterbrechung statt hat, kommt es zu einer Diffraction der durchgehenden Lichtstrahlen und damit zur Entstehung von Punkten und Linien, die dem Auge wie der photographischen Platte bemerklich werden und damit das Bild erzeugen.

Die durch das Präparat hindurchfahrenden Lichtstrahlen werden beim mikrophotographischen Apparat, wie wir gesehen haben, von einem Condensor geliefert, der seinerseits die ihm zugehenden, vom Heliostaten reflectirten directen Sonnenstrahlen auffängt und zusammenbricht. Das hierbei in Thätigkeit tretende Abbe'sche Beleuchtungssystem besitzt nun die Fähigkeit, vermittelst seines ausserordentlich breiten Lichtkegels von grossem Oeffnungswinkel gerade solche Diffractions- und Brechungserscheinungen, wie sie beim ungefärbten Präparate von wesentlichster Bedeutung sind, theilweise auszulöschen und zum Verschwinden zu bringen. So können die Umrisse ungefärbter Objekte schliesslich fast vollständig verschwimmen, und bei der gewöhnlichen Ocularbeobachtung sucht man sich gegen dieses unerwünschte Ereigniss bekanntlich dadurch zu schützen, dass man den Abbe'schen Beleuchtungsapparat, mit welchem jedes Bakterienmikroskop ausgerüstet ist, durch die Einschaltung von entsprechend engen Diaphragmen ausser Kraft setzt, d. h. den Strahlenkegel, welchen er liefert, stark einengt und in seinem Oeffnungswinkel mehr und mehr beschränkt. Die Contouren der Bakterien treten damit naturgemäss immer schärfer hervor, und es kann dieses Verfahren auch für die Zwecke der Mikrophotographie Anwendung finden, indem man bei ungefärbten Präparaten die Irisblendung am Condensor so weit schliesst, als es mit der erforderlichen Helligkeit des Bildes noch verträglich ist.

Aber man wird hierbei doch sehr bald bemerken, dass der erlangte Vortheil nur ein scheinbarer ist. Das pointirte Hervorheben der Umrisse der Gegenstände erfolgt auf Kosten der Deutlichkeit etwaiger Einzelheiten in denselben, d. h. die künstlich in den Vordergrund gedrängten Grenzlinien der Mikroorganismen verdecken schliesslich die Details des Inhalts. Man muss diese einseitige Bevorzugung der Contouren deshalb nach Kräften zu vermeiden suchen und überall da, wo die Objekte sich nicht nur

durch ihre bestimmte natürliche Form von der Umgebung abheben, d. h. allein durch ihre Grenzlinien sichtbar werden, die Blendung des Condensors so weit als möglich öffnen. Dazu kommt, dass, je grösser der Umfang der Apertur wird, mit welcher der einfallende Beleuchtungskegel zur Wirkung gelangt, in desto höherem Grade auch die Beleuchtung den Charakter der rein centralen verliert und neben den axialen Strahlen auch solche von mehr oder minder erheblicher Schiefe das Objekt treffen; Hand in Hand hiermit aber geht eine beträchtliche Steigerung des Auflösungsvermögens der mikroskopischen Linsen, welche nun erst Feinheiten der Zeichnung in den Objekten deutlich machen, die dasselbe System bei centraler Beleuchtung noch nicht erkennen lässt.

Wir haben es deshalb zweckmässig gefunden, auch ungefärbte Präparate für die photographische Wiedergabe mit fast vollständig oder selbst mit ganz vollständig geöffnetem Condensor (num. Ap. 1,0) zu beleuchten, und es lässt sich unmittelbar an den so erhaltenen Photogrammen nachweisen, dass mit der Steigerung der Apertur des Beleuchtungskegels zwar die Bestimmtheit der Contouren abnimmt, die Zeichnung der sonstigen Details aber an Schärfe und Reichhaltigkeit gewinnt.

Dass man bei der einfachen Ocularbeobachtung nicht ebenso zu verfahren vermag, hat seinen Grund einmal in der Thatsache, dass wir mit diffusem Licht zu untersuchen pflegen, und ferner darin, dass unser Auge für derartige feinste, aber besonders wichtige Differenzen überhaupt weniger empfänglich und deshalb auf gröbere Anhaltspunkte angewiesen ist als die photographische Platte. Die intensive Durchleuchtung der Präparate mit stärkstem Licht, bei welcher eben die Einzelheiten der Objekte meist erst hervortreten, ist unserer Netzhaut zudem unerträglich. Auch die empfindliche Platte darf einer so mächtigen Lichtwirkung freilich nur für ganz kurze Zeit ausgesetzt werden; aber sie vermag selbst momentane Eindrücke noch mit aller Schärfe und Genauigkeit wiederzuspiegeln, während das Auge in demselben Falle das gesehene Bild gar nicht aufzufassen im Stande wäre.

Allerdings haben wir, um die Expositionszeit nicht gerade mit Hilfe eines Momentverschlusses reguliren zu müssen und bei der genauen Einstellung des photographischen Bildes auf der matten Scheibe nicht durch die Helligkeit der Beleuchtung gestört zu sein, häufig auch hier die Intensität des dem geöffneten Condensor zugeführten direkten Sonnenlichts durch Einschieben einer gefärbten, Licht absor-

birenden Flüssigkeit, am besten einer Cüvette mit einer mässig concentrirten blauen Lösung von Kupferoxydammoniak vor den Eingang des Abbe'schen Apparats zu mildern versucht; man erreicht hierdurch, dass man die Exposition wenigstens nach Zehnteln von Secunden bemessen kann. Daneben hat die Beleuchtung mit einem monochromatischen Licht ungefärbten Präparaten gegenüber auch noch den sehr erheblichen Vortheil, dass die feinsten Brechungsunterschiede, die ja durch die Interferenzwirkung der Objekte auf die durchfallenden Lichtstrahlen entstehen, in einfarbigem Licht, dessen Strahlen alle dieselbe Wellenlänge besitzen, besonders deutlich hervortreten.

Beleuchtung gefärbter Präparate.

Handelt es sich nicht um ungefärbte, sondern um gefärbte Objekte, so ändern sich diese Verhältnisse zum Theil nicht unerheblich. Im gefärbten Präparate concurriren zwei nach Art und Herkunft wesentlich differente Bilder miteinander, das sogenannte Structur- und das Farbenbild. Das erstere entsteht wieder dadurch, dass einzelne Theile der Präparate in ihrem Lichtbrechungsvermögen von dem einschliessenden Medium, meist dem Canadabalsam, abweichen, und wird sich deshalb am stärksten da bemerklich machen, wo derartige Dinge besonders zahlreich vorhanden sind, also in Gewebsschnitten mit ihren Kernen und Fasern, Gefässwandungen u. s. f. Unabhängig hiervon wird das Farbenbild durch die Fähigkeit bestimmter Elemente in den Präparaten hervorgerufen, sich mit Farbstoffen zu durchtränken und so von der Umgebung abzuheben; die verschiedenen Farben vermögen das Licht im Ganzen oder gewisse Theile desselben zurückzuhalten, zu absorbiren, und das Farbenbild kommt deshalb ausschliesslich durch Absorptionserscheinungen zu Stande, unterscheidet sich also grundsätzlich von dem Structurbild.

Die Linien und Schatten des letzteren, welche aus der Diffraction der durchfallenden Lichtstrahlen hervorgehen, können unter Umständen den Eindruck des Farbenbildes beeinträchtigen, und zwar wird dies um so eher der Fall sein, je kleiner und unkenntlicher an und für sich diejenigen Theile der Präparate sind, welche allein durch die Färbung ausgezeichnet werden. Umgekehrt werden diese letzteren an Deutlichkeit gewinnen, wenn das Structurbild zurücktritt und verschwindet. Nun wissen wir, dass der Abbe'sche Condensor vermittelst seiner weiten Apertur gerade dies zu erreichen im Stande ist, und für die gewöhnliche mikroskopische Untersuchung ist es deshalb auf Koch's Vorgehen hin Gesetz geworden, gefärbte Bak-

terienpräparate mit weit geöffnetem Abbe'schem Apparat zu betrachten, d. h. das Structurbild möglichst zu unterdrücken und dem isolirten Farbenbild damit das unbedingte Uebergewicht zu verleihen.

Es liegt selbstverständlich kein Grund vor, bei der Beleuchtung der Präparate für photographische Zwecke von dieser Vorschrift irgendwie abzugehen; es muss uns im Gegentheil alles daran gelegen sein, gerade möglichst breite Lichtkegel zur Anwendung zu bringen und so das Entstehen etwaiger Diffractionserscheinungen, die sich in der photographischen Abbildung als Unschärfen, Säume etc. bemerklich machen, rücksichtslos zu verhindern. Dazu kommt, dass jene Steigerung im Auflösungsvermögen der Objektive, die aus der Erhöhung des Oeffnungswinkels der Beleuchtungsbüschel hervorgeht, einen weiteren nicht zu unterschätzenden Vortheil bietet und endlich, dass auch die Helligkeit der Bilder von der Ausdehnung des Beleuchtungswinkels unmittelbar abhängig ist. Ungefärbten Präparaten gegenüber wäre gerade dieser letztere Factor eher unerwünscht; gefärbte Objekte aber, die ihrerseits eine beträchtliche Menge von Licht zurückhalten, machen namentlich bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen sehr erhebliche Ansprüche an die Intensität der Beleuchtung.

Ungefärbte wie gefärbte Präparate werden also für die photographische Wiedergabe am besten vermittelst des fast oder ganz geöffneten Abbe'schen Apparats beleuchtet.

Es fragt sich nun, in welche Lage zur Ebene des Objekts das vom offenen Condensor projicirte Sonnenbildchen gebracht werden muss. Betrachten wir mit Hilfe einer schwachen Vergrösserung — z. B. Apochromat 16 mm, Ocular 4 — bei geeigneter Einstellung des Objektivs durch entsprechende Verschiebung des Tubus das vom beleuchteten Condensor gelieferte Sonnenbild, so erscheint dasselbe als ein scharf contourirter, sehr hell leuchtender rundlicher Fleck von beiläufig etwa Linsengrösse. Bei stärkerer Vergrösserung gewinnt dasselbe natürlich auch an Umfang und erfüllt bei Gebrauch des Systems 2 mm und Ocular 4 fast das ganze Gesichtsfeld.

Projection des Lichtbilds in die Ebene des Objekts.

Während die Ansichten über die Art und Weise, wie dieses Lichtbild nun in seinem Verhalten zur Stellung des Objekts am zweckmässigsten zu gruppiren sei, früher vielfach auseinandergingen, hat man sich jetzt fast allgemein der zuerst von Koch entwickelten Anschauung angeschlossen, dass eine gute und gleichmässig scharfe

Wiedergabe des abzubildenden Gegenstandes nur dann erreicht werden kann, wenn das projicirte Sonnenbild in die Ebene des Objekts verlegt wird. Das Präparat wird damit so zu sagen selbstleuchtend, das für das mikroskopische Objektiv und die photographische Platte wirksame Licht scheint unmittelbar vom Objekte auszugehen, es gelangen mit anderen Worten nur solche Lichtstrahlen auf die Platte, welche vom Präparate herkommen, und als directe Folge dieser Verhältnisse muss jetzt jedem Objektpunkt auch ein Bildpunkt auf das Vollständigste entsprechen, da Objektpunkt und Lichtpunkt zusammenfallen. Mit dem Augenblicke, wo die Ebene des Sonnenbildchens sich von der des Präparats entfernt, machen sich auch wieder Diffractionserscheinungen bemerklich, und in der That kann man Interferenzsäume etc. willkürlich im photographischen Bilde auftauchen lassen, wenn man die Lichtebene von der Objektebene trennt, also Licht auf die Platte fallen lässt, welches nicht vom Präparate seinen Ausgang nimmt, vielmehr beim Durchtritt durch dasselbe Abbiegungen der verschiedensten Art erfahren muss.

Soll das Sonnenbild eine gleichmässige Beleuchtung desjenigen Theils des Objekts, der von demselben bedeckt wird, bewirken, so muss es so scharf wie möglich projicirt werden. Dieser Aufgabe kann nur ein achromatischer Condensor genügen, da die gewöhnlichen Linsen durch ihre sphärische Abberration eine so erhebliche Zerstreuung — namentlich von einer kleinen Lichtfläche ausgehender — Strahlen bewirken, dass eine einigermassen gleichförmige Beleuchtung nicht zu Stande zu kommen vermag. Es ist dieser Punkt die Veranlassung zur Herstellung jenes sphärisch und chromatisch genau corrigirten Condensors gewesen, den wir oben bereits erwähnt haben. Derselbe besitzt eine num. Ap. von 1,0, liefert also einen Beleuchtungskegel von erheblicher Oeffnung und verfügt endlich auch über eine einigermaassen genügende Brennweite.

Diese Thatsache ist deshalb von Wichtigkeit, weil natürlich von der Brennweite des Systems die Grösse des entstehenden Sonnenbildes unmittelbar abhängig ist. Der Umfang des letzteren gestaltet sich hier, wie bemerkt, so, dass es bei Anwendung des stärksten Systems, des Apochromat 2 mm, ausreicht, das gesammte Gesichtsfeld gerade zu bedecken und gleichmässig zu erhellen. Sobald die Vergrösserung aber unter dieser äussersten Grenze bleibt, vermag das Sonnenbild nur noch einen Theil des Gesichtsfeldes, also auch des darzustellenden Gegenstandes zu treffen, und es ergeben sich so beträchtliche Ver-

schiedenheiten in der Beleuchtung des Präparats, dass die photographische Aufnahme nicht mehr in der gewünschten Weise geschehen kann. Es folgt hieraus, dass wir uns des einfach, ohne irgend welche Hilfsmittel in die Ebene des Objekts projicirten, „focussirten“ Sonnenbilds nur bei Benutzung sehr erheblicher Vergrösserungen zur Beleuchtung des Gesichtsfeldes bedienen können.

Sobald die Verhältnisse es dagegen erfordern, ein schwächeres Objektiv als die Immersion anzuwenden, muss man den Modus der Beleuchtung entsprechend verändern, ohne dass aber der principiell wichtigste Punkt, nämlich das Zusammenfallen von Licht- und Objektebene, hierbei Schaden nähme.

Die geringe Brennweite des achromatischen Abbe'schen Apparats, aus der die in vielen Fällen ungenügende Ausdehnung des Sonnenbildes hervorgeht, hat aber auch noch einen anderen Uebelstand im Gefolge. Die nahezu parallelen Strahlen der Sonne werden von dem Condensor genau im Focus zum Bilde vereinigt. Kann das mikroskopische Präparat, welches man beleuchten will, dem Condensor nicht auf das äusserste genähert werden, wie dies stets dann der Fall ist, wenn dasselbe auf einem etwas zu dicken Objektträger befestigt ist, so fällt seine Ebene über den Brennpunkt des Condensors hinaus und wird mit der Ebene des Sonnenbildes überhaupt nicht zu vereinigen sein.

Anwendung der Hilfslinse.

Diese beiden Mängel lassen sich mit Hilfe des gleichen einfachen Verfahrens leicht beseitigen. Man führt dem Abbe'schen Apparat nicht mehr das parallele Sonnenlicht zu, sondern bricht dasselbe vorher durch eine Sammellinse in geeigneter Weise zusammen und zwingt damit den Condensor, ein vergrössertes, ausserhalb seiner Brennweite liegendes zweites Bild dieses ersten Sonnenbildes zu entwerfen.

Die betreffende Hilfslinse, am besten ein biconvexes Glas, soll eine recht beträchtliche Focusdistanz — etwa 40 Ctm. — besitzen, um dem Sonnenbilde von vornherein eine geeignete Grösse zu verleihen. Die Linse muss in einer verstellbaren Fassung angebracht sein, die sich jeder Zeit leicht auf- und abwärts bewegen lässt. Aus primitivsten optischen Gründen, deren Erörterung deshalb hier wohl unterbleiben kann, hat die Linse ihren Platz vor dem Abbe-schen Apparate so einzunehmen, dass das von ihr projicirte Sonnenbild zwischen einfache und doppelte Brennweite des Con-

densors fällt. Nur dann entsteht ein reelles vergrössertes zweites Bild des ersten, und zwar wird sich dasselbe um so grösser gestalten, je näher es an die einfache Brennweite heranrückt.[1])

Freilich mag darauf hingewiesen sein, dass die Einschaltung der Sammellinse keineswegs ganz ohne Einfluss auf die optischen Leistungen des Apparats bleibt. Durch das Convexglas wird im Gegentheil ein Stück hinzugefügt und eingeführt, welches sich von den übrigen Theilen unvortheilhaft durch sehr ausgesprochene Mängel sphärischer und chromatischer Natur unterscheidet. Während wir sonst mit peinlicher Sorgfalt bemüht sind, alles derartige nach Möglichkeit auszumerzen und unser vornehmliches Bestreben dahin geht, mit wahrhaft achromatischen Linsen zu arbeiten, lassen wir diesen Grundsatz hier plötzlich fallen. In Wahrheit müsste denn auch die Convexlinse als achromatisches Glas dargestellt werden, wenn die Verwirklichung dieser Forderung nicht durch die hohen Kosten der Ausführung schwierig gemacht würde. Glücklicherweise treten die erwähnten Mängel der Beleuchtung aber in der Praxis weniger hervor, weil die Sammellinse meist nur bei schwächeren Vergrösserungen in Benutzung genommen wird und es sich in der Regel auch um einfarbiges Licht handelt, welches die chromatischen Fehler nicht zum Ausdruck kommen lässt.

Einstellung der Präparate.

Nachdem die Grundsätze, welche bei der Beleuchtung mikroskopischer Objekte für die photographische Wiedergabe als die massgebenden angesehen werden müssen, hiermit erörtert sind, wird es ein leichtes sein, sich über das Verfahren zu verständigen, welches bei der Einstellung der Präparate zur Anwendung gelangt. Von vornherein mag bemerkt sein, dass dasselbe bei gefärbten und ungefärbten Gegenständen wesentlich das gleiche ist und deshalb auch hier im Zusammenhange beschrieben werden kann.

Nehmen wir an, es handele sich um den für unsere Verhältnisse einfachsten Fall, nämlich um die Einstellung eines Präparats, welches

[1]) Fällt das Bild vor die doppelte Brennweite des Condensors, so entsteht ein reelles, aber verkleinertes Bild; fällt es in die doppelte Brennweite, ein reelles und gleich grosses; fällt es zwischen einfache und doppelte, ein reelles vergrössertes (je näher dem einfachen Brennpunkt, um so grösser); fällt dasselbe in den einfachen Brennpunkt, so wird das zweite Bild in die Unendlichkeit verlegt, d. h. die Strahlen werden parallel gemacht, und fällt das Bild über den einfachen Brennpunkt hinaus, so entsteht ein virtuelles Bild, das nicht mehr aufgefangen werden kann, d. h. die Strahlen werden divergent.

bei stärkster, tausendfacher, Vergrösserung aufgenommen werden soll, also beispielsweise um ein gefärbtes Deckglaspräparat, so gestaltet sich dieselbe, unter der Voraussetzung, dass der mikroskopische Apparat als solcher vorher bereits ein für alle Male sicher centrirt ist, im einzelnen folgendermassen.

Es wird zunächst der Heliostat auf seinen Platz gebracht und die Sonnenstrahlen von der Mitte des Spiegels aus so dirigirt, dass die Oeffnung des achromatischen Condensors in ihrem ganzen Umfange gleichmässig beleuchtet wird. Ist dies geschehen, so wird das Präparat, dessen Aufnahme man beabsichtigt, auf dem beweglichen Objekttisch angebracht und diejenige Stelle aufgesucht, die man vorher bereits markirt hatte. Es erfolgt jetzt bei Benutzung des schwachen Systems (16 Mm. Ocular 4), und vermittelst des groben Triebrads am Stativ die genaue Einstellung der Ebene des Objekts; erscheint dasselbe völlig scharf und derjenige Theil, den man speciell wiedergeben wünscht, in der Mitte des Gesichtsfeldes, so wird das vom Condensor projicirte Sonnenbild[1]), ohne dass man an der Einstellung des Präparats, d. h. also an der Lage des Tubus und des Objektivs, das geringste ändert, in die Ebene des Objekts gebracht, focussirt. Dies geschieht, indem man den Abbe'schen Apparat mit Hilfe der grossen Schraube, welche am stehenden Mikroskop das Heben und Senken desselben bewirkt, so weit heranrückt, bis das Bild der Sonne als ein ausserordentlich hell leuchtender, scharf umrandeter, linsengrosser Fleck sichtbar wird. Haben die beiden Schrauben des Condensors das Sonnenbildchen genau centrirt, so wird das schwache System mit dem Immersionsobjektiv vertauscht, ein Tropfen Oel auf das Präparat gegeben und die Linse eingetaucht. Die feinere Einstellung des Objekts erfolgt dann vermittelst der Mikrometerschraube in der gewöhnlichen Weise, die feine Einstellung des Sonnenbildchens vermittelst der Schraube am Abbe'schen Apparat, die besonders für diesen Zweck bestimmt ist. Man erleichtert sich die genaue Focussirung des Sonnenbildchens dadurch, dass man dasselbe ein wenig excentrisch macht, d. h. seinen Rand in die Mitte des Gesichtsfeldes rückt und diesen scharf einstellt; wird es hierauf wieder an seinen Platz zurückgeführt, so muss es das ganze Gesichtsfeld gleichmässig und stark erleuchten.

---

[1]) Das Auge muss bei diesen Maassnahmen natürlich durch ein starkes grünes oder schwarzes Blendglas gegen die Wirkung des Sonnenlichts geschützt werden.

Handelt es sich im gegebenen Fall nicht um ein gefärbtes, sondern um ein ungefärbtes Präparat, so erfahren diese Maassnahmen insofern eventuell eine kleine Veränderung, als man die innerhalb des achromatischen Condensors befindliche Irisblendung bis zu der gewünschten Grenze schliesst, während die Einstellung im übrigen ganz in der beschriebenen Weise erfolgt. Dass man in der Regel allerdings auch bei ungefärbten Objekten die Oeffnung des Beleuchtungsapparats entweder überhaupt nicht, oder doch nur in sehr beschränktem Maasse verkleinern soll, ist bereits ausführlich erörtert worden.

Benutzung der Convexlinse.

Kommen schwächere Systeme zur Anwendung oder haben wir es mit einem zu dicken Objektträger zu thun, so reicht, wie wir wissen, die einfache Projection und Focussirung des Sonnenbildchens nicht mehr aus, sondern muss ersetzt werden durch Projection und Focussirung eines vorher in geeigneter Weise anderweitig vergrösserten Sonnenbildes. Ist die Einstellung des Präparats vermittelst des schwachen Systems erfolgt, so wird die Sammellinse vor dem Abbe'schen Apparat und zwar zwischen diesem und der erwähnten Blendungsvorrichtung angebracht und nun das von der Convexlinse entworfene Sonnenbild zwischen einfachen und doppelten Focus des Condensors projicirt. Anfänglich giebt hierbei ein einfacher Kunstgriff erwünschte Unterstützung. Stellt man eine kleine Scheibe aus matt geschliffenem Glase dicht vor den Eingang des Condensors auf die Leitschiene des letzteren, so befindet sich dieselbe etwa in der gewünschten Entfernung (zwischen einfacher und doppelter Brennweite des Systems). Sobald man daher durch geeignetes Verschieben der Sammellinse erreicht hat, dass das Sonnenbild scharf, als kleiner, hell leuchtender Fleck, auf der Scheibe erscheint, ist seine Lage ganz die richtige. Hat man nun bereits vorher Sorge dafür getragen, dass die Ebene der matten Scheibe genau in die Ebene des Präparats projicirt werde, so muss jetzt auch die Ebene des Sonnenbildes mit dieser letzteren zusammenfallen und also vollständig focussirt sein.

In der Praxis gestaltet sich das Verfahren danach so, dass man sich nach der Einstellung des Präparats mit der schwachen Vergrösserung zunächst die Körnung des mattirten Glases durch Verschieben des Abbe'schen Apparats ins Gesichtsfeld bringt. Jetzt wird das Sonnenbild vermittelst der Hilfslinse auf die Mitte der kleinen Scheibe entworfen und endlich diese letztere entfernt. An

der Stelle, wo sich dieselbe bisher befand, entsteht nun ein entsprechendes Luftbild der von der Convexlinse projicirten Sonne, das vom Condensor aufgenommen, vergrössert und in die Ebene des Präparats projicirt wird. Hier erscheint dasselbe als kreisrunder, heller Fleck, der vermittelst der Centrirvorrichtung in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht wird. Es folgt das Auswechseln der Systeme, die letzte genaueste Einstellung des Präparats und des Sonnenbildes etc.

Hat man bereits einige Uebung im Gebrauch der Hilfslinse erlangt und weiss man ungefähr, welche Stellung dieselbe erhalten muss, um die richtige Art der Beleuchtung zu ermöglichen, so bedarf man der matten Scheibe nicht mehr, die, wie nochmals ausdrücklich bemerkt sein mag, nur als bequemes Unterstützungsmittel benutzt, aber in jedem Falle vor der endlichen Focussirung wieder beseitigt wird. Mit dauernder Einschaltung einer matten Scheibe, d. h. also mit diffusem Licht, beleuchten wir die Präparate, welche photographirt werden sollen, unter keinen Umständen.

Die Einstellung ist damit beendigt; man wechselt schliesslich noch das gewöhnliche Ocular gegen das Projectionsocular aus, bringt Camera und Mikroskop in lichtdichte Verbindung mit einander und sieht das photographische Bild jetzt auf der matten Scheibe der Kammer erscheinen.

Einstellung des Bildes auf der matten Scheibe.

Nun wissen wir, dass das photographische Ocular den Zweck hat, das in Höhe der oberen Tubusöffnung entstehende Luftbild aufzunehmen und auf die hintere Camerawand, d. h. die matte Scheibe oder die an deren Stelle gesetzte empfindliche Platte zu projiciren. Soll dies in ganz vollkommener Weise geschehen, so müssen wir uns zunächst versichern, dass auch die Einstellung des Oculars, d. h. des unter der Maske desselben verborgenen photographischen Objektivs, mit genügender Schärfe erfolgt ist. Man erkennt dies daran, dass die Blendung, das Diaphragma, welches innerhalb des Oculars in der Ebene des erwähnten Luftbildes angebracht ist, sich mit ihrem Rande scharf auf der matten Scheibe abzeichnet. So lange dies nicht der Fall, muss die obere Linse des Oculars verschoben, hinein- oder herausgeschraubt werden, bis die gewünschte Einstellung erreicht ist. Natürlich bleibt dieselbe dann für die gleiche Vergrösserung, d. h. für das gleiche Objektiv, Tubuslänge und Cameraauszug auch immer ganz die nämliche; die neuen Projectionsoculare von Zeiss tragen dieser Thatsache dadurch Rech-

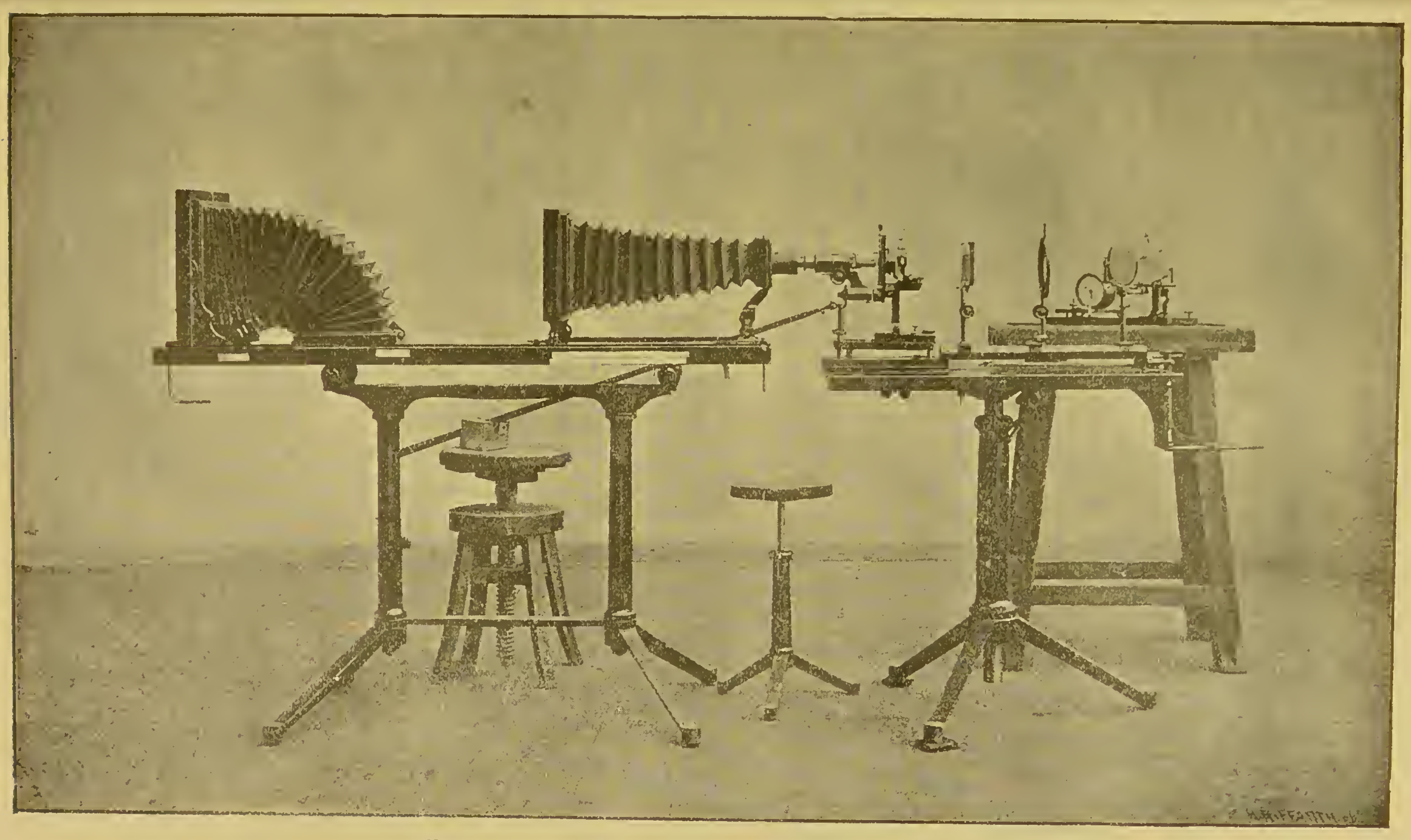
nung, dass sie auf ihrem Rande mit einer Theilung versehen sind, welche es gestattet, die einmal für eine bestimmte Combination als richtig ermittelte Stellung des Oculars bemerken und jedesmal sogleich von neuem wiederfinden zu können.

Ist das Projectionsocular in dieser Weise genau für die Entfernung der Bildebene adjustirt, so erscheint das Bild, wenn es vorher mit dem gewöhnlichen Ocular gut eingestellt war, sogleich fast völlig scharf auf der matten Scheibe, und es bedarf nur noch einer geringfügigen Verschiebung der Mikrometerschraube des Mikroskops vermittelst des Hooke'schen Schlüssels, um die endgiltige schärfste Einstellung zu bewirken. Dieselbe erfolgt entweder direkt auf der matten Scheibe, wie wir dies zu thun pflegen, oder man ersetzt die letztere durch eine durchsichtige Spiegelglasplatte und controlirt das Bild mit Hilfe einer Einstellloupe. Die sichere Beurtheilung des Charakters und der Schärfe des entstehenden Bildes ist einer der wichtigsten, aber auch schwierigsten Punkte des ganzen mikrophotographischen Verfahrens. Fasst man diejenigen Theile des Präparats, auf deren Wiedergabe es im einzelnen Falle gerade besonders ankommt, fest ins Auge und lässt nun die Mikrometerschraube leichte Bewegungen machen, so gelingt es durch den genauen Vergleich des Ausfalls der verschiedenen Einstellungen am sichersten, den Zeitpunkt oder besser die Lage der äussersten Schärfe des Bildes zu bestimmen.

Die hiermit ausführlich beschriebene Methode der direkten oder indirekten Projection des Sonnenbildes in die Ebene des Objekts kommt bei der Beleuchtung und Einstellung von Präparaten jeder Art zur Anwendung.

Ausgenommen sind nur einige wenige, ganz besondere Fälle, die hier noch eine kurze Erwähnung finden mögen. Handelt es sich nämlich um Objekte, die, wie beispielsweise Plattenculturen mit verflüssigenden Colonien, nicht in verticaler Stellung auf dem Tische des Mikroskops angebracht werden können, so muss man das Stativ aufrichten, die Camera muss über demselben Platz nehmen und auch die Beleuchtungsvorrichtung in entsprechender Weise verändert werden. Am besten bedient man sich in diesen Fällen des diffusen Tageslichts, welches vom Planspiegel des Mikroskops dem Präparate zugeschickt wird. Häufig genug vermag man allerdings bei einiger Vorsicht auch verflüssigte Plattenculturen noch in verticaler Lage zu photographiren und also der bewährten, vollkommeneren Art der Beleuchtung durch die Sonne zu unterwerfen.

Photographische Darstellung bei schwacher Vergrösserung (Plattenculturen).



Der mikrophotographische Apparat von Zeiss.

Ganz ausserhalb des gesammten bisher behandelten Gebiets endlich stehen diejenigen Manipulationen, welche die photographische Darstellung von Objekten in natürlicher oder höchstens doppelter Grösse bezwecken, welche ohne Hilfe des Mikroskops von Statten gehen und bei der Aufnahme von Reagensglasculturen zur Anwendung gelangen.

Photographische Darstellung bei natürlicher Grösse (Reagensglasculturen).

Auch diese kann man mit direktem Sonnenlicht oder aber durch künstliches (Lampen-) Licht beleuchten und zwar so, dass das Objekt sich zwischen Lichtquelle und photographischem Objektiv befindet, daher unter der Einwirkung durchfallenden Lichtes steht. Zur Vermeidung störender Reflexe von den Seiten der Reagensgefässe her müssen die Lichtstrahlen in schiefe Lage zur Achse des Objekts gebracht werden, damit sie nicht direkt in das Objektiv resp. auf die Platte gelangen. Es darf mit anderen Worten kein unmittelbar reflectirtes Licht den Apparat treffen, sondern nur diffus zerstreutes, welches das Objekt selbstleuchtend erscheinen lässt. Je nach dem wechselnden Charakter des im gegebenen Falle in Betracht kommenden Gegenstandes wird man diese Aufgabe bald durch Beleuchtung des letzteren von zwei Seiten, bald selbst von drei verschiedenen Punkten aus am einfachsten lösen können. Ausserdem empfiehlt es sich, die Culturen in eine Cüvette mit ausgekochtem, von Luftbläschen freiem Wasser zu stellen, das in Folge seines dem des Glases nahekommenden Brechungsvermögens die erwähnten Lichtreflexe beseitigt, ohne dem Objekte den Eindruck des Körperlichen zu sehr zu nehmen. Zur photographischen Aufnahme bedienten wir uns in der Regel eines Objektivs von Voigtländer, das mit engster Blende zur Anwendung kam.

Wir haben das Bild nun in allen Stadien seiner Entwickelung, von dem Augenblicke des Entstehens bis zu dem Momente verfolgt, wo es auf der matten Scheibe der photographischen Camera zur ersten Wiedergabe gelangte. Es handelt sich jetzt nur noch darum, die Verfahren kennen zu lernen, welche bei der Uebertragung dieser vorläufigen Aufzeichnung auf die empfindliche Platte in Thätigkeit treten, welche also das endliche photographische Bild zu Stande kommen lassen. Bevor wir uns aber den hierfür erforderlichen Massnahmen im einzelnen zuwenden, müssen wir zunächst noch einige Punkte von principieller Bedeutung berühren, die bei dem ganzen Vorgange die allerwichtigste Rolle spielen.

Uebertragung des Bildes auf die photographische Platte.

Wie wir bereits kurz erwähnten, giebt die gewöhnliche Photographie Differenzen wieder, welche die Intensität auffallenden Lichtes bei der (diffusen) Reflexion von undurchsichtigen Gegen-

ständen erfährt, Differenzen, welche wir in ihren entschiedensten Aeusserungen als Licht und Schatten zu bezeichnen pflegen. Bei der Mikrophotographie handelt es sich im ausgesprochenen Gegensatze hierzu um die Aufnahme durchsichtiger Objekte bei durchfallendem (nicht diffusem) Licht. Die Folgerungen, welche sich aus dieser Thatsache ableiten, werden des weiteren sehr wesentlich durch den Umstand beeinflusst, ob ungefärbte oder gefärbte Dinge zur Darstellung kommen sollen.

1) Bei ungefärbten Präparaten.

Bei den ersteren gelangen auf der empfindlichen Platte die Diffractionserscheinungen zur Abbildung, die durch das verschiedene Lichtbrechungsvermögen der einzelnen Theile des Präparats hervorgerufen werden. In gewissem Sinne sind es also auch Lichter und Schatten, welche die durchschiessenden Sonnenstrahlen hier erzeugen, und die Entstehung des Negativs erfolgt in derselben Weise, wie bei den gewöhnlichen photographischen Aufnahmen.

2) Bei gefärbten Präparaten

Bei gefärbten Präparaten dagegen, in welchen die Lichtbrechungsdifferenzen so weit wie möglich zurücktreten, kommen völlig andere Verhältnisse zur Geltung. Hier macht sich fast ausschliesslich das mehr oder minder ausgesprochene Absorptionsvermögen der Farben für das Licht bemerklich, wodurch sich die gefärbten Theile sowohl von einander — nach der verschiedenen Intensität der Färbung — als auch namentlich von den ungefärbten Theilen unterscheiden.

Nun sind diese Absorptionsvorgänge aber, so lange das unveränderte weisse Licht der Sonne zur Beleuchtung der Präparate verwendet wird, wenig deutlicher Natur. Der geringe Bruchtheil von Licht, welcher durch die gefärbten Elemente zurückgehalten wird, vermag der durchgelassenen Menge gegenüber keine irgendwie bemerkenswerthe Rolle zu spielen, und namentlich feinere Differenzen in den Absorptionserscheinungen können kaum zu einem sichtbaren Ausdruck gelangen. Dazu kommt, dass die Farben keineswegs für alle Theile des Lichts gleichmässig absorbirend wirken, sondern nur ganz bestimmte Strahlen desselben aufzunehmen im Stande sind, die übrigen aber ungeschwächt passiren lassen. Aus dieser Thatsache folgt, dass die Unterschiede in den Absorptionserscheinungen, welche bei der mikrophotographischen Abbildung gefärbter Objekte auf der empfindlichen Platte ausschliesslich wiedergegeben werden, dann am deutlichsten hervortreten, so zu sagen eine Steigerung und Betonung erfahren, wenn es uns gelingt, das Präparat nur mit solchen Lichtstrahlen zu beleuchten, für welche die Farbe desselben ein besonders entwickeltes Absorptionsvermögen besitzt.

Die specielle Absorptionskraft der einzelnen in der bakteriologischen Technik gebräuchlichen Farben lässt sich nun leicht mit Sicherheit feststellen. Fangen wir einen Sonnenstrahl mit einem spectrophotographischen Apparate auf, d. h. lassen wir ihn durch einen engen Spalt treten, zerlegen ihn hierauf vermittelst eines Prismas in seine verschiedenfarbigen Theile und entwerfen das entstehende Spectrum durch eine Sammellinse, ein Projectionsobjektiv, auf eine matte Glasscheibe, so sehen wir, wie sich dasselbe gleichmässig vom blauen bis zum rothen Ende hin ausdehnt, an bestimmten Stellen von den Fraunhofer'schen Linien durchsetzt, die ihrerseits wieder von den sogenannten Staublinien geschnitten werden, Abbildungen kleinster staubförmiger Partikelchen, welche dem erwähnten Spalt angehaftet und den Sonnenstrahl bei seinem Eintritt in der Continuität gestört hatten. Absorptionsspectra.

Setzen wir nun vor den Spalt eine Cüvette, welche mit einer verdünnten Lösung von Gentiana- (oder Methyl)violet gefüllt ist, so bemerken wir, dass plötzlich der Zusammenhang des Spectrums im grüngelben Theile, zwischen den Linien D und E, durch einen breiten Streifen, eine Bande, unterbrochen wird, welche uns den deutlichsten Beweis dafür liefert, dass das Gentianaviolet die dieser Partie angehörenden Strahlen des Sonnenlichts aufgenommen und verschluckt hat. Die Absorption ist eine vollständige, und erst wenn die Concentration der benutzten Lösung eine sehr geringe wird, taucht in der Mitte der Bande wieder die Spur eines geringen Lichteindrucks auf.

Untersucht man nun in derselben Weise die anderen in Betracht kommenden Farbstoffe, so stellt sich heraus, dass der Absorptionsstreifen des Fuchsins zur grösseren Hälfte, der des Methylenblau wenigstens zu einem Theile mit demjenigen des Gentianaviolet zusammenfällt, mit anderen Worten, es giebt einen genau umschriebenen Bezirk des Spectrums, dessen Strahlen von den sämmtlichen drei hier genannten Farben absorbirt werden. Auch die Menge, nicht nur die Art des zurückgehaltenen Lichts kommt beim Fuchsin dem diesbezüglichen Verhalten des Gentianaviolet sehr nahe, während beim Methylenblau in Folge der Verschiebung seines Absorptionsstreifens nach dem rothen Theile hin die Durchgängigkeit für Strahlen grünen und gelbgrünen Lichts sich schon erheblich früher bemerklich macht.

Bismarckbraun endlich unterscheidet sich von der eben besprochenen Gruppe von Farben in sehr wesentlichem Maasse, da sein Absorptionsstreifen in der blauen Partie des Spectrums liegt, so dass schon ganz dünne Lösungen das blaue Ende fast bis auf die

letzte Spur auslöschen, stärkere sogar noch ein wenig über dasselbe hinaus wirksam sind.

Monochromatisches Licht.

Ziehen wir aus diesen Thatsachen die entsprechende Nutzanwendung, so ergiebt sich ohne weiteres der Schluss, dass alle mit Gentianaviolet, Fuchsin oder Methylenblau gefärbten Präparate für die Zwecke der photographischen Darstellung am besten durch ein Licht beleuchtet werden, welches möglichst nur jenem Theil des Spectrums zwischen D und E, d. h. eben dem gemeinschaftlichen Absorptionsstreifen der drei Farben angehörige Strahlen umschliesst, dass für braune Objekte dagegen ein monochromatisches blaues Licht die erforderlichen Eigenschaften besitzt.

Beleuchten wir beispielsweise ein mit Vesuvin tingirtes Präparat mit derartigem Lichte, welches nur blaue Strahlen enthält, so werden dieselben von den gefärbten Theilen aufgenommen, es geht hier kein Licht mehr durch, und an den entsprechenden, gegenüberliegenden Stellen der empfindlichen Platte kann ein Lichteindruck überhaupt nicht Statt finden. Wo im Präparate besonders stark mit Bismarckbraun durchtränkte Elemente, z. B. Kerne und Bakterien vorhanden sind, wird dieses Ereigniss in der That eintreten und ein mit der Form und dem Aussehen der betreffenden Objekte genau übereinstimmender Fleck auf der Platte entstehen, an welchem die Silberschicht der Lichteinwirkung entzogen war, auf dem Negativ also eine unzersetzte, glasblanke Stelle erscheint, die in dem Positiv als dunkele oder schwarze Figur zur Wiedergabe gelangt. Wird das blaue Licht nicht vollständig verschluckt und ein Theil desselben noch durchgelassen, wie dies an schwächer gefärbten Punkten im Präparat der Fall ist, so kommt es zu einer entsprechend geringfügigeren Abbildung auf der Platte, und auf diese Weise entwickeln sich alle Uebergänge von den stärkst gefärbten Partien bis zu dem ungefärbten Untergrunde des Präparats, der dem blauen Lichte freien Durchtritt gestattet und sich auf der Platte als völlig undurchsichtige, auf dem Positiv als weisse oder fast weisse Region kennzeichnen wird.

Monochromatisches blaues Licht für die Beleuchtung brauner Präparate lässt sich nun leicht so herstellen, dass man die Sonnenstrahlen durch eine Cüvette leitet, welche mit einer Lösung von Kupferoxyd in Ammoniak gefüllt und eventuell noch durch eine Scheibe blauen Glases verstärkt ist.

Monochromatisches grünes Licht für die anders gefärbten Objekte, welches nur dem gemeinschaftlichen Absorptionsbande der betreffenden Farben entsprechende Strahlen enthält, kann man sich auf

verschiedene Weise verschaffen. Früher gebrauchten wir eine dünne wässerige Lösung von Pikrinsäure in Verbindung mit einer Lage grünen Glases: jetzt wenden wir regelmässig die von Zettnow[1]) angegebene Mischung an, die bei der spectralen Untersuchung erkennen lässt, dass sie ausschliesslich solchen Strahlen den Durchtritt gestattet, welche jenem Theile zwischen den Linien D und E angehören.

Die Frage nach der zweckmässigsten Beleuchtung gefärbter Bakterienpräparate für die photographische Wiedergabe könnte damit als entschieden angesehen werden. Nun sind wir aber bei unseren bisherigen Betrachtungen stets von der stillschweigenden Voraussetzung ausgegangen, dass das benutzte einfarbige Licht auf der photographischen Platte auch in der That den erforderlichen Eindruck hervorzurufen im Stande sei. Gerade dieser Punkt aber hat der Uebertragung der hier entwickelten Principien in die Praxis lange Zeit die ernsthaftesten Schwierigkeiten bereitet und ist die Veranlassung gewesen, dass man bis vor Kurzem nur solche Präparate der photographischen Darstellung unterwerfen konnte, welche mit Bismarckbraun tingirt sind.

Es rührt dies daher, dass die gewöhnlichen Platten, wie sie früher ausschliesslich zur Verfügung standen, überhaupt nur für den blauen Theil, das chemische Ende des Spectrums, empfindlich sind. Setzen wir an die Stelle der erwähnten matten Scheibe, welche im spectrophotographischen Apparat das vom Prisma gelieferte Spectrum des Sonnenlichts aufnahm und zur Anschauung brachte, eine Cassette mit einer gewöhnlichen Platte, so kommt auf dieser nur die blaue Partie bis zur G- oder höchstens zur F-Linie zur Abbildung. Bismarckbraun aber lässt selbst in ganz dünner Lösung kaum eine Spur der hierhin gehörenden Strahlen durchtreten, und es folgt aus dieser Thatsache unmittelbar, dass man für die Aufnahme brauner Präparate vermittelst einer gewöhnlichen Platte nicht einmal monochromatischen blauen Lichts und eines Kupferammonfilters bedarf, da eben nur die blauen vom Vesuvin zurückgehaltenen Strahlen die Bromsilbergelatineschicht zersetzen, alle übrigen, vom Braun durchgelassenen, Theile des Lichts aber für die beschränkt empfindliche Platte überhaupt gar nicht existiren.

Aus dem gleichen Grunde war aber die Verwendbarkeit anders gefärbter Präparate von vorneherein ausgeschlossen, da das für die richtige Beleuchtung derselben erforderliche grüne Licht nicht zur Einwirkung gelangen konnte.

---

[1]) Centralblatt für Bakteriologie. Bd. IV. No. 2. 1888.

Die orthochromatischen Platten.

Erst durch die Entdeckung H. W. Vogel's, dass eine vorherige Durchtränkung der Platten mit bestimmten Farbstoffen im Stande sei, diesem Mangel abzuhelfen und die Silbergelatine auch für andersfarbige Strahlen empfindlich zu machen, wurde man von der so lästigen Beschränkung befreit.

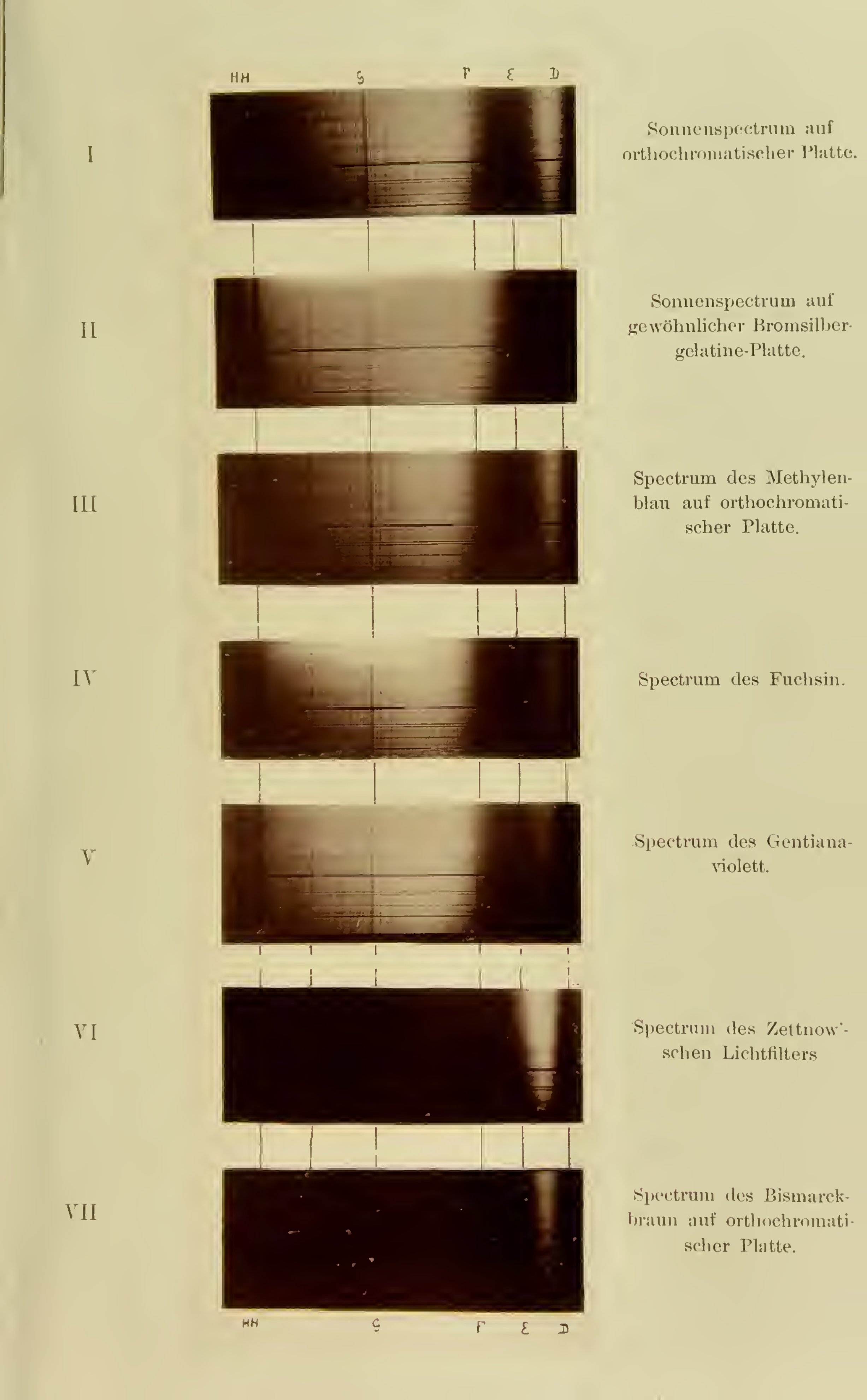
Nehmen wir das Sonnenspectrum nicht mit einer gewöhnlichen, sondern mit einer orthochromatischen Platte auf, so bemerken wir, dass nicht allein der blaue Theil desselben, sondern auch die gelbe und grüne Partie bis zur D-Linie, ja zuweilen selbst das rothe Ende bis über die D-Linie hinaus wiedergegeben werden. Mit anderen Worten, die orthochromatischen Platten sind nicht nur für blaues, sondern auch für gelbes und grünes, unter Umständen sogar für rothes Licht empfänglich, und eine bestimmte Kategorie derselben hat im gelbgrünen Theile sogar gerade das Maximum der Empfindlichkeit, reagirt gerade auf gelbgrünes Licht mit der überhaupt grössten Intensität.

Verwendungsweise der farbenempfindlichen Platten.

Es ergiebt sich hieraus die Regel, dass alle mit Gentiana oder Methylviolet, Fuchsin und Methylenblau gefärbten Präparate vermittelst orthochromatischer Platten und unter Mithilfe eines grünen Lichtfilters beleuchtet, eingestellt und photographirt werden müssen, während braune Präparate für denselben Zweck rein blauen Lichts, also des Kupferammonfilters benöthigen.

Man kann gegen diesen letzteren Punkt einwenden, dass für braune Präparate der Gebrauch der orthochromatischen Platten vollständig überflüssig sei und in Wahrheit keinen Vortheil bringe. Aber die Schwierigkeiten, welche sich bei dem Gebrauche der farbenempfindlichen Platten etwa bemerklich machen, betreffen ausschliesslich die technische Handhabung, das Entwickeln u. s. w. und sind so geringfügiger Natur, dass sie bei einiger Uebung mit Sicherheit zu überwinden sind. In Anbetracht der grossen Bequemlichkeit, der Vereinfachung des Betriebes, welche sich aus der alleinigen Benutzung stets derselben Sorte und Art von Platten ergiebt, möchten wir deshalb entschieden empfehlen, sämmtliche, auch braune und selbst ungefärbte Präparate, stets nur mit Anwendung der orthochromatischen Platten zur Aufnahme zu bringen.

Was die Art der Platten im Speciellen betrifft, so sind für unsere Zwecke diejenigen die brauchbarsten, die gerade für grüngelbes Licht, das dem Absorptionsstreifen der oben genannten Farben entspricht, besonders empfindlich sind — eine Eigenschaft, welche eine mit



HH
G
F
E
D
I
Sonnenspectrum auf orthochromatischer Platte.
II
Sonnenspectrum auf gewöhnlicher Bromsilber-gelatine-Platte.
III
Spectrum des Methylenblau auf orthochromatischer Platte.
IV
Spectrum des Fuchsin.
V
Spectrum des Gentianaviolett.
VI
Spectrum des Zettnow'schen Lichtfilters
VII
Spectrum des Bismarckbraun auf orthochromatischer Platte.
HH
G
F
E
D

Erythrosin durchtränkte Gelatineschicht am ausgesprochensten erkennen lässt.[1])

Wie in dem speciellen Falle dieser Erythrosinplatten die hier erörterten Verhältnisse zum Ausdruck kommen, vermag die nebenstehende Spectraltafel zu zeigen. Auf derselben bemerkt man zunächst (Fig. 1) das Spectrum des Sonnenlichts, wie es die Erythrosinschicht abbildet; ein Höhepunkt der Empfindlichkeit liegt im blauen, ein anderer im grüngelben Theile, während die zwischen beiden befindliche Partie fast gar keinen Eindruck wiedergiebt. Das rothe Ende fehlt vollständig (und ist deshalb in der Abbildung auch fortgelassen), d. h. für Strahlen rothen Lichts, die über die D-Linie hinausfallen, ist auch die Erythrosinplatte nicht mehr empfänglich. In wie erheblichem Maasse dieselbe aber trotzdem der gewöhnlichen, nicht orthochromatischen Platte überlegen ist, zeigt die zweite Figur. Kaum dass auf dieser noch ein Theil des grünen Abschnitts zum Vorschein kommt, alles weitere geht durchaus verloren.

Leitet man das Sonnenlicht nun, ehe es auf die Erythrosinplatte gelangt, durch eine Lösung von Methylenblau, so bemerkt man (Fig. 3), dass im grüngelben Theile, zwischen D und E, dort wo die Platte das zweite Maximum ihrer Empfindlichkeit besitzt, nur noch ein schwacher Lichteindruck stattfindet; Fuchsin (Fig. 4) bringt selbst in dünnen Lösungen diesen Rest weiter zum Verschwinden, und Gentianaviolett endlich (Fig. 5) lässt kaum eine Spur von Einwirkung an dieser Stelle erkennen.

Beleuchte ich die Platte daher mit einem monochromatischen grünen Licht (Fig. 6, Zettnow'sches Filter), dessen Strahlen sämmtlich in dieses Gebiet gehören, so werden die genannten Farben dasselbe mehr oder minder vollständig aufnehmen, d. h. es bleibt der Lichteindruck aus, und wir erhalten jenen erwünschten Gegensatz in der Wirkung gefärbter und ungefärbter Theile des Präparats, von dem wir bereits wiederholt gesprochen haben.

Fig. 7 zeigt uns dann endlich noch das gegenseitige Verhältniss von Bismarckbraun und Erythrosinplatte; die Vesuvinlösung verhält

---

[1]) Wer die geringe Mühe vermeiden will, sich derartige Platten selbst herzustellen. kann dieselben auch bereits fertig präparirt im Handel beziehen. Gute Erfahrungen haben wir mit orthochromatischen Platten aus der Fabrik von Otto Perutz in München und neuerdings namentlich auch mit solchen von Schippang und Wehenkel (Berlin, Stralauer Strasse) gemacht, so dass wir dieselben mit Recht empfehlen zu können glauben.

Das von uns hauptsächlich benutzte Plattenformat betrug, wie an dieser Stelle beiläufig bemerkt sein mag, 9 × 12 cm.

sich danach fast wie die Zettnow'sche Mischung, d. h. sie gestattet nur grüngelben (daneben allerdings auch den hier nicht abgebildeten rothen) Strahlen den Durchtritt, bringt dagegen die ganze blaue Partie zum Verschwinden.

Farbenfilter. Die Flüssigkeiten, welchen die Aufgabe zufällt, das weisse Sonnenlicht in geeigneter Weise zu filtriren, erhalten ihren Platz bei der Aufstellung des mikrophotographischen Apparats am besten in kleinen Cüvetten mit planparallelen Wänden hinter der Blendung, welche den Gang der Sonnenstrahlen controliren soll, also unmittelbar vor dem Abbe'schen Apparat resp. bei Anwendung einer Convexlinse vor dieser. Es versteht sich, dass die betreffende Cüvette so viel von der Lösung fassen muss, dass die Oeffnung des Condensors nur von gefärbten Strahlen getroffen wird.

Sind Farbe des Präparats und Zusammensetzung der filtrirenden Flüssigkeit richtig auf einander abgestimmt, so muss das Bild auf der matten Scheibe so hervortreten, dass der Untergrund in dem Ton des Farbfilters, also grün, erscheint, während sich die Mikroorganismen und Zellkerne als undurchsichtige schwarze Striche, Punkte und Flecke mit den entsprechenden Abstufungen und Uebergängen von demselben abheben. Bei der Beurtheilung des Bildes auf der matten Scheibe verdient dieses Verhalten ganz besondere Aufmerksamkeit. So lange die Mikroorganismen, deren Wiedergabe uns ja vor allen Dingen interessirt, nicht schwarz aussehen, ist das Farbfilter entsprechend zu verstärken, während dasselbe auf der anderen Seite eventuell so weit verdünnt werden kann, als die Bakterien dies ohne Verlust ihres undurchsichtigen Charakters vertragen.

Es ergiebt sich hieraus, dass gerade schwach tingirte Präparate, in denen die gefärbten Theile nur ein geringes Absorptionsvermögen zu entwickeln im Stande sind, besonders dichte Lichtfilter erfordern und umgekehrt.

Bestimmung der Expositionszeit. Von wesentlichem Einfluss sind diese Verhältnisse auf die Bestimmung der Expositionszeit für die einzelne Aufnahme. Haben wir ein mikroskopisches Präparat richtig beleuchtet, eingestellt und das Bild auf der Scheibe der Camera entworfen, stehen wir nun im Begriff, diese erste Aufzeichnung auf die photographische Platte zu übertragen, indem wir an die Stelle des matten Glases die beladene Cuvette schieben, so ist es jedesmal eine Frage von höchster Wichtigkeit, wie lange man die empfindliche Gelatineschicht der Einwirkung des Lichts aussetzen soll, um den besten Eindruck auf derselben zu erhalten. Bei der Entscheidung dieser Angelegenheit spielen

allerdings eine grosse Anzahl ganz verschiedenartiger Factoren eine mehr oder minder erhebliche Rolle. Einmal — um nur die hervorragendsten zu nennen — die nach Jahres- und Tageszeit, sowie nach dem Grade der Bewölkung etc. wechselnde Intensität des Sonnenlichts; dann die Dicke und Concentration des Lichtfilters, die Färbung des Präparats nach Qualität und Quantität, die Art der Beleuchtung, das gewählte Maass der Vergrösserung und endlich die Empfindlichkeit der benutzten Platten.

Ist die letztere aus Erfahrung bereits genau bekannt, so vermag ein geübter Photograph aus der Helligkeit des auf der matten Scheibe entstehenden Bildes ohne weiteres einen zutreffenden Anhalt für die erforderliche Dauer der Exposition zu gewinnen, zumal wenn man sich stets vergegenwärtigt, dass bei steigender Vergrösserung die Intensität des wirksamen Lichts im quadratischen Verhältniss abnimmt.[1]

Kurz zusammengefasst, gestaltet sich die Ausführung des eigentlichen photographischen Verfahrens also folgendermassen. Ist das Bild auf der matten Scheibe der Camera in der gewünschten Weise erschienen, so wird die Cassette in der Dunkelkammer beschickt; bei der grossen Empfindlichkeit der orthochromatischen Platten geschieht dies am besten ganz im Dunklen: das Gefühl der Fingerspitze oder ein vorsichtiges Kratzen mit dem Nagel lässt die „Schichtseite“ mit Sicherheit von der „Glasseite“ unterscheiden und ermöglicht also das Einlegen der Platten. Hierauf wird das Bild nochmals sorgfältig controlirt, namentlich auf die äusserste Genauigkeit der Einstellung sowie die erforderliche Richtung der Beleuchtungsstrahlen — Sonnenbildchen scharf in der Mitte des Gesichtsfeldes — geachtet, ein kleines Holzbrettchen vor den Condensor gesetzt, um das Licht abzuschneiden, die matte Scheibe entfernt, die Cassette vorsichtig eingeführt und endlich der Schieber der letzteren geöffnet. Jetzt beseitigt man den Lichtverschluss für die erforderliche Zeit, schliesst nach Beendigung der Exposition die Cassette, nimmt sie aus der Camera und entwirft am besten das Bild sofort von neuem auf der matten Scheibe, um sich davon zu überzeugen, ob nicht irgend welche gröberen Veränderungen in der Schärfe oder aber Verschiebungen der Beleuchtung eingetreten sind, welche eine entsprechende Verbesserung für eine nun folgende zweite Aufnahme erforderlich machen würden.

[1]) Um doch einen Begriff davon zu geben, wie diese Dinge in unserem besonderen Falle zum Ausdruck gelangten, sei bemerkt, dass bei Benutzung der orthochromatischen Platten von Schippang und Wehenkel und Anwendung einer tausendfachen Vergrösserung gefärbte Deckglaspräparate eine Belichtung von 2—10 Secunden erforderten; dass diese Zahl keineswegs Anspruch auf allgemeinere Giltigkeit erheben kann, versteht sich nach dem Gesagten wohl von selbst.

Die specielle photographische Technik.

Der Lichteindruck, welcher damit auf der empfindlichen Platte entstanden ist und das photographische Bild erzeugt hat, bleibt zunächst noch „latent" und muss durch besondere Maassnahmen mit bestimmten Chemikalien überhaupt erst sichtbar gemacht, „hervorgerufen" und dann auf dem Glase „fixirt" werden. Dieser Theil unserer Aufgabe unterscheidet sich in keinem Punkte von dem Verfahren, welches auch bei anderweitigen photographischen Aufnahmen im Gebrauch und deshalb in jedem Handbuch der Photographie so ausführlich beschrieben ist, dass wir hier auf eine Erörterung desselben wohl mit Recht verzichten dürfen. Dass Niemand im Stande sein wird, die mikroskopische Photographie praktisch zu handhaben, der die gewöhnlichen photographischen Methoden nicht bereits vorher durch eigene Uebung kennen gelernt hat und sicher beherrscht, versteht sich von selbst.

Entwickelung.

Wenn wir trotzdem auch diesem Abschnitt noch einige Worte widmen, so geschieht das, um solche Dinge hervorzuheben, welche gerade beim mikrophotographischen Verfahren von besonderer Wichtigkeit sind.

Das Entwickeln geht bei der Empfindlichkeit der orthochromatischen Platten selbst gegen rothes Licht am besten anfänglich ganz im dunklen vor sich, so, dass man sich, die Schale in der Hand, mit dem Rücken gegen die Laterne wendet. Erst nach etwa $^1/_2$ Minute mag man dann für einen Moment Licht auffallen lassen, um sich davon zu überzeugen, ob das Bild etwa bereits aufzutreten beginnt. Es erfolgt dies nach dem wechselnden Charakter der Platten, der wechselnden Wirkungsweise des Entwicklers[1]), und der Dauer der Exposition, welche im gegebenen Falle gewählt worden war, bald schneller, bald langsamer; erfahren die Eigenschaften der ersten beiden Factoren keine Veränderung, so kommt natürlich der letztere allein in Frage.

Die Entwickelung gerade im passendsten Augenblicke zu unterbrechen, ist eine ebenso wichtige wie schwierige Aufgabe. Bestimmte Vorschriften und Angaben über diesen Punkt zu machen, ist nicht wohl möglich — nur Erfahrung und Uebung können hier die erforderliche Sicherheit verleihen. Sollen nach den vorhin ausführlich erörterten Grundsätzen die Mikroorganismen im Präparat sich von ihrer Umgebung mit thunlichster Schärfe und Ent-

[1]) Wir haben für unsere Platten sowohl den Eisenentwickeler, als den Hydrochinon und Soda-Pyrogallolentwickeler gebraucht; neuerdings wenden wir ausschliesslich den letzteren an, und glauben denselben der Schnelligkeit und Intensität seiner Wirkung halber empfehlen zu können. — Regelmässig setzen wir der Entwickelungsflüssigkeit 10—20 Tropfen einer schleierwidrigen und verzögernden 10proc. Bromkaliumlösung zu.

schiedenheit abheben, so muss dieses Verhalten auf der entwickelten Platte, d. h. dem Negativ, so zum Ausdruck kommen, dass die stärkst belichteten Stellen, also der Untergrund, völlig undurchsichtig „schwarz“, dagegen die Bakterien völlig durchsichtig „glasblank“ erscheinen. Hält man die Platte dicht vor die rothe Scheibe der Laterne, so kann man sich ohne weiteres davon überzeugen, ob die Contraste bereits bis zu dieser Grenze gediehen sind oder nicht.

Nur darf man dieses Ziel nicht durch eine allzu ausgiebige und intensive Belichtung der Platte zu erreichen suchen, ein Fehler, der namentlich von Anfängern häufig gemacht zu werden pflegt. Denn einmal wird ein Uebermaass von Licht überall da, wo es sich um die Wiedergabe von feineren Details und Uebergängen im Bilde handelt, durch die ausgesprochene Betonung gerade der äussersten Gegensätze unmittelbar schädigend wirken müssen, und ferner zeichnen sich bekanntlich alle überexponirten Platten durch die entschiedene Neigung aus, zu verflauen, unklar und verschwommen zu werden.

Ist die Entwickelung beendigt, so wird die Platte in Wasser abgespült und in den „Fixirer“, das unterschwefligsaure Natron übertragen. Sobald das unzersetzte Bromsilber sich hier gelöst hat, kann man die nochmals gewaschene Platte aus der Dunkelkammer herausnehmen und bei Tageslicht betrachten. Namentlich bei der Durchsicht lässt sich jetzt ein genaues Urtheil über die Qualität des Negativs gewinnen; freilich gehört hierzu eine gewisse Uebung, und anfänglich wird man häufig erst im entsprechenden Positiv zu erkennen vermögen, wie es mit der Schärfe und Kraft, der Deutlichkeit und den sonstigen Eigenschaften des Bildes bestellt ist. Beurtheilung des Negativs.

Man sieht, dass der Weg, den das photographische Bild von dem Augenblicke an zurückzulegen hat, wo die Sonnenstrahlen das mikroskopische Präparat treffen und damit den Grund zu seiner Entstehung legen, ein recht weitläufiger ist, und dass es gar manche Klippe glücklich passiren muss, ehe es als fertiges Negativ in den Hafen einlaufen kann. In der That ist es wohl weniger die Art als die Zahl der Schwierigkeiten, welche es verschulden, dass gute Mikrophotogramme so selten zu Stande kommen; eine Menge von einzelnen wichtigen Factoren spielen hier eine Rolle, und der Erfolg kann nur dann ein befriedigender sein, wenn alle ausnahmslos und gleichzeitig mit Vollkommenheit functioniren. Im Augenblicke der Exposition darf sich die Sonne nicht verfinstern oder ein Windstoss den Spiegel des Heliostaten bewegen; Zusammensetzung des Farbfilters, Beleuchtung und Einstellung des Präparats müssen die richtigen, vor allen Dingen auch das letztere

selbst ein geeignetes sein; die Schärfe der Einstellung soll sich während der Belichtung nicht verändern, die Expositionszeit eine zutreffende sein, die Platten ohne Schleier arbeiten, die Entwickelung im passenden Momente unterbrochen werden — und erst wenn alle diese Vorbedingungen zur Genüge erfüllt sind, wird eine gelungene Aufnahme die Mühe belohnen.

Die Positiv-verfahren.

Soll das gewonnene Photogramm nun einem weiteren Kreise zugänglich gemacht werden und den Dienst leisten, den man von demselben erwarten kann, so muss es in irgend einer Weise vervielfältigt, d. h. es müssen dem Negativ die entsprechenden Positive entnommen werden. Zur Herstellung derartiger Copien sind so zahlreiche Verfahren bekannt und im Gebrauche, dass die Frage, welchem derselben man den Vorzug geben soll, wohl nur von Fall zu Fall entschieden werden kann.

Retouche.

Ein Punkt freilich darf gerade bei der Reproduction von Mikrophotogrammen niemals ausser Acht gelassen werden, wenn nicht die Bedeutung der ganzen Methode ernstlich in Frage kommen soll. Es ist nicht erlaubt, an den Negativen eine anscheinend noch so geringfügige Veränderung von der Art vorzunehmen, wie sie bei der gewöhnlichen Photographie als Retouche üblich ist und angewendet wird, um den Eindruck des Bildes in irgend einer Weise zu verbessern. So nahe auch manchmal die Versuchung liegen mag, kleine Schwächen des Photogramms, wie sie beispielsweise durch Niederschläge im Präparat, durch Flecke in der Platte u. dergl. m. veranlasst werden, auszuwischen und zu vertuschen, so ist doch nicht zu verkennen, dass mit dem ersten Schritt auf diesem Wege der eigentliche Werth der Mikrophotographie, der ja in der völlig naturgetreuen, unverändert authentischen Abbildung der Objekte besteht, illusorisch wird. Denn nun ist die Grenze nicht mehr zu finden, an der die verbessernde Hand Halt machen soll, und seitdem Koch zuerst mit aller Entschiedenheit Einspruch erhoben hat gegen die Anwendung der Retouche, wird dieselbe von verständigen Mikrophotographen auch nicht mehr gebraucht. Man nimmt die unvermeidlichen Schönheitsfehler des Photogramms dem ausserordentlichen Vorzuge seiner documentarischen Zuverlässigkeit gegenüber mit in den Kauf und hütet sich mit Recht, von diesem Grundsatze irgendwie abzuweichen.

Es wurde schon angedeutet, dass ein geübtes Auge gerade am Negativ die Einzelheiten der Zeichnung und die Schärfe des Bildes mit besonderer Sicherheit zu erkennen vermöge; in der That müssen der Natur der Sache nach diese Qualitäten bei jeder

Uebertragung Schaden nehmen, und keine Copie ist daher im Stande, das Negativ vollständig wiederzugeben. Doch leisten einige Reproductionsverfahren auch in dieser Hinsicht noch Hervorragendes, und die Abweichungen zwischen Original und Abdruck können so geringfügiger Art werden, dass man dieselben kaum noch wahrzunehmen vermag.

Die erste Stelle gebührt hier dem Glas- oder Diapositiv, dem sogenannten Contactpositiv, wie es durch unmittelbares Auflegen einer photographischen Platte auf das Negativ und nachfolgende Belichtung, Entwickelung etc. der ersteren entsteht. Die Verwendbarkeit derartiger Positive ist aber aus leicht erklärlichen Gründen eine beschränkte und kommt fast ausschliesslich für die Zwecke der direkten Demonstration, der Projection mit electrischem Licht u. s. f. in Betracht.

Fast, aber doch niemals vollständig erreicht werden die Diapositive an Schärfe und Brillanz der Zeichnung durch die in der gewöhnlichen Photographie so gut wie ausschliesslich benutzten Silbercopien, bei welchen eine mit lichtempfindlicher Eiweisslösung bestrichene dünne Papierschicht unter das Negativ gelegt und so exponirt wird. Wenn wir diesem Verfahren hier nicht den Vorzug gegeben haben, so geschah dies aus verschiedenen Gründen. Die Herstellung einer grösseren Anzahl von Silberdrucken erfordert einen bedeutenden Aufwand an Mühe und Zeit, da für die Belichtung nur direktes Sonnenlicht oder helles Tageslicht verwendet werden kann; dasselbe Negativ vermag nur eine beschränkte Menge von Abdrücken herzugeben, und auch diese fallen häufig ganz ungleich aus — ein für eine Publication wie die vorliegende eigentlich schon entscheidender Fehler; endlich sind die Positive wenig beständig und verblassen im Laufe der Jahre erheblich.

Von diesen Mängeln frei ist eine Methode der Reproduction, welche neuerdings mehr und mehr in Aufnahme gelangt, nämlich der Lichtdruck. Auf mechanischem Wege werden hier einem ersten Cliché beliebig viele völlig identische Abzüge entnommen, die sich späterhin nicht mehr verändern. Mag der Lichtdruck auch in ungeübten Händen zuweilen wenig befriedigende Resultate liefern, so werden die musterhaften Leistungen der Firma J. B. Obernetter in München, welche wir im folgenden mittheilen können, gewiss den Beweis geben, dass der Lichtdruck bei geeigneter Ausführung hervorragendes zu leisten im Stande ist, vor allen Dingen Bestimmtheit des Bildes und Genauigkeit der Details fast nichts zu wünschen übrig lassen. Lichtdruck.

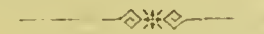
Gerade die Schärfe der Positive ist eine so ausserordentliche,

dass wir an dieser Stelle den dringenden Rath geben möchten, eine genauere Betrachtung, ein eingehenderes Studium unserer Mikrophotogramme stets nur mit Hilfe der Loupe vornehmen zu wollen; erst dann werden in den meisten Fällen die wichtigsten Einzelheiten mit genügender Deutlichkeit kenntlich werden.

Wenn trotz alledem die vorliegenden Photogramme selbst geübten Mikroskopikern hier und da einen ungewohnten, fremdartigen Eindruck machen und das von der Ocularbeobachtung her bekannte Bild nicht in richtiger Weise wiederzugeben scheinen, so haben wir bereits eingangs auf die Erklärung für diese Thatsache hingewiesen. In der ausgleichenden Accommodation des Auges, in der Möglichkeit, sich durch wechselnde Tubuseinstellung aus verschiedenen Ebenen und durch Verschieben des Präparats sogar aus verschiedenen Theilen desselben Objekts ein combinirtes Bild zusammenstellen zu können, verfügt die gewöhnliche Art der mikroskopischen Untersuchung über eine Reihe von Vorzügen, auf welche die Photographie unter allen Umständen verzichten muss. Dazu kommt, dass das beobachtende Auge über jene zahlreichen kleinen Mängel und Schäden des Präparats schonend hinwegzusehen liebt, welche die photographische Platte mit unbeirrter Ehrlichkeit häufig gerade besonders hervorhebt. Endlich aber bricht die photographische Darstellung vielfach mit der herkömmlichen, conventionellen Auffassung von dem Aussehen der mikroskopischen Objekte, und so geschieht es, dass im naturgetreuen Spiegel der Photographie die Dinge häufig ein anderes Gesicht erhalten, als wir es bisher anzunehmen gewohnt waren.

Erst wer sich von der Richtigkeit dieser Thatsache überzeugt hat und nicht weiter Anstoss nimmt an der scharfen photographischen Wiedergabe der Objekte, wird die folgenden Photogramme anzuerkennen vermögen. Wir geben uns der Zuversicht hin, dass dies in weiteren Kreisen geschehen und sich damit die Hoffnung verwirklichen werde, welche uns zur Veröffentlichung dieses Atlas bestimmt hat, und in der Ankündigung zu demselben mit den Worten gekennzeichnet ist: Diejenigen, welche sich selbst mit bakteriologischen Untersuchungen beschäftigen, werden in dem Atlas vielfach einen Anhalt finden, eigene Befunde an der Hand der Abbildungen auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen; denjenigen aber, welche der bakteriologischen Technik bisher fern gestanden haben, wird hier Gelegenheit geboten, sich eine greifbare Vorstellung von den Dingen zu verschaffen, welche augenblicklich das Interesse der medicinischen Forschung in so hohem Maasse in Anspruch nehmen.

Erläuterung der Tafeln.



Die Bakterien sind niederste pflanzliche Organismen, die wie Pflanzenzellen wachsen, sich vermehren, Früchte tragen und durch eine enge Reihe von Zwischengliedern zu den nächst höher stehenden Arten, den farblosen Algen übergeleitet werden. Die einzelnen Individuen besitzen einen protoplasmatischen Inhalt und eine Membran; dagegen ist es bisher nicht mit Sicherheit gelungen, einen Kern in denselben nachzuweisen, und es scheint, als ob bei diesen kleinsten Lebewesen die Differenzirung der dichteren Kernmasse von dem übrigen Plasmakörper noch nicht erfolgt ist.

Nach der Form, dem äusseren Bilde, unter welchem die Bakterien zur Beobachtung kommen, unterscheidet man drei grosse Klassen derselben, die als Mikrokokken oder Kugelbakterien, Bacillen oder Stäbchenbakterien und Spirillen oder Schraubenbakterien bezeichnet werden. Die folgenden Figuren sollen uns charakteristische Beispiele dieser einzelnen Formarten vor Augen führen.

Die Mikrokokken sind kugelige Zellen, deren Durchmesser nach allen Richtungen hin die gleiche Ausdehnung besitzt, die im Deckglaspräparat daher als kleinste, völlig rundliche Elemente erscheinen. Irgendwelche Besonderheiten in der Gestaltung des Inhalts, das Auftreten von Körnchen, Verdichtungen, Vacuolen u. s. w. sind auch bei stärkster Vergrösserung nicht wahrzunehmen; die kleine Vertiefung, die mittlere Delle, welche namentlich in Fig. 1 bei einigen der abgebildeten Mikrokokken hervortritt, ist wohl nur eine Folge der Eintrocknung, welche die Zellen auf dem Deckglase erfahren haben. Bemerkenswerth ist namentlich, dass man bei den Mikrokokken im Gegensatze zu den Stäbchen- und Schraubenbakterien bisher noch niemals mit Sicherheit das Vorkommen von besonderen, wohlumschriebenen Dauerformen im Innern der Zellen beobachtet hat. Diese strengere Grenze zwischen den Mikrokokken und den anderen genannten Arten kommt auch sonst zum Ausdruck: die ersteren entbehren regelmässig, soweit bekannt, der Bewegungsorgane und also der Fähigkeit der selbstständigen Locomotion und legen ferner eine so erhebliche Zähigkeit in dem Festhalten an der ihnen

Tafel I.

Figur 1. Kleine Mikrokokken aus Wasser. Gelatineplatte; Klatschpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, Zeiss Apochromat 2 mm 1,40; Projectionsocular 2. Sonnenlicht.

Figur 2. Grosse Mikrokokken aus Luft. Gelatineplatte; Klatschpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

---

eigenthümlichen Form an den Tag, dass sie als der beste Beweis für das Gesetz von der Constanz der Form unter den Bakterien angesehen werden können.

Aeussere Einflüsse jeder Art bleiben dieser Eigenschaft gegenüber völlig machtlos, und ein echter Mikrokokkus erscheint unter allen Umständen stets nur in seiner streng kugeligen Gestalt.

Dagegen lassen sich innerhalb der Gruppe der Mikrokokken selbst auch nach dem äusseren Verhalten bestimmte Unterschiede machen. Dieselben betreffen einmal die Grösse der einzelnen Bakterienzellen, und Fig. 2 zeigt uns solche von sehr viel erheblicherem Umfange als z. B. Fig 1. Ferner ist der Vorgang des Wachsthums keineswegs bei allen Arten in der gleichen Weise entwickelt. Die Bakterien vervielfältigen sich durch Quertheilung, Spaltung, indem die Zelle sich in die Länge streckt, und nun von der Membran aus eine Scheidewand in das Innere eindringt, welche den Zerfall des Bakteriums in zwei neue Elemente veranlasst.

Geht dieses Ereigniss bei den Mikrokokken gleichmässig nach allen Seiten, ohne besondere Ordnung von Statten, so kommt es zur Entstehung von dichten Haufen einfach aneinander gelagerter Bakterien (Fig. 1 und 2), die häufig noch kurze Zeit in lockerem Zusammenhange bleiben, aber bald endgiltig auseinanderweichen. Erfolgt die Angliederung der jungen Zellen dagegen nur nach einer, stets derselben Richtung, so bilden sich lange Ketten, rosenkranzähnliche Bakterienverbände (Fig. 3) heraus, welche die Streptokokken oder Kettenkokken auf das lebhafteste von den eben erwähnten Staphylokokken oder Haufenkokken unterscheiden. Die Art und Weise, wie dieser Vorgang im einzelnen verläuft, lässt sich in Fig. 3 mit besonderer Deutlichkeit beobachten. Man bemerkt völlig rundliche Glieder, daneben solche, welche bereits etwas in die Länge gestreckt sind und also im Begriff stehen, in die Theilung einzutreten; es folgt die erste Andeutung der beginnenden Einschnürung in der Mitte und so fort alle Uebergänge bis zu dem vollendeten Zerfall in zwei neue Kokken.

Fig. 4, 5 und 6 zeigen uns dann Beispiele aus einer besonderen Kategorie der Kugelbakterien, innerhalb welcher die Theilung in ganz eigenthümlicher Weise verläuft. Während die Querwand, welche die Spaltung der mütterlichen Zelle in die neuen Elemente veranlasst, in der Regel nur in einer Ebene das kugelige Protoplasma durchschneidet, kommt es hier zur Entstehung mehrerer, sich rechtwinklig kreuzender Theilungsebenen. Der ursprüngliche Mikrokokkus zerfällt dann nicht in zwei, sondern in vier oder selbst in acht neue Glieder, deren jedes seinerseits als Ausgangspunkt für den gleichen Vorgang dienen kann



Fig. 1.

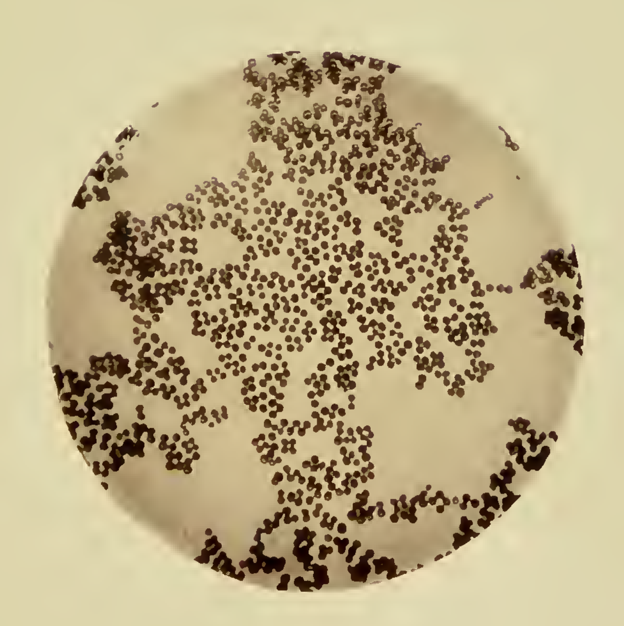


Fig. 2.

Tafel II.

Tafel II.

Figur 3. Kettenbildender Mikrokokkus aus Eiter. Bouilloncultur; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

Figur 4. Diplokokkus aus Lymphe. Gelatineplatte; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

Handelt es sich nur um zwei senkrecht zu einander verlaufende Theilungsebenen, wie in Fig. 4 und 5, so können die neugebildeten Bakterien vielfach den Eindruck einfach paarweise angeordneter Mikrokokken machen, und wenn dies in so ausgesprochenem Maasse der Fall ist, wie in Fig. 4, pflegt man die betreffenden Mikrokokken sogar unmittelbar als Diplokokken zu bezeichnen. In der That liegt die Mehrzahl der Zellen zu zweien beieinander; nimmt man nun aber die Loupe zur Hand und betrachtet namentlich die dickeren, massigen Klumpen, die an vielen Stellen im Präparate liegen, genauer, so sieht man, wie die feinen Theilungslinien, die Spalträume, in zwei aufeinander senkrechten Richtungen verlaufen und die scheinbaren Doppelkokken nur aus dem Zusammenhange gelockerte Bruchstücke derartiger grösserer Verbände sind. Auch die entsprechenden Uebergänge zwischen den verschiedenen Formen werden sich unschwer erkennen lassen und damit die Entwickelung des Vorganges deutlich werden. Bemerkenswerth ist es, dass die in dieser Weise sich vermehrenden Kokken, wohl in unmittelbarer Folge der nach zwei Seiten hin geschehenden Abschnürung des Protoplasmas, meist die reine Kugelform vermissen lassen und in der Regel mit plattgedrückten Rändern beieinander liegen, eine Erscheinung, die solchen Bakterien, wie sie hier in Fig. 4 abgebildet sind, auch zu dem Namen „Semmelkokken" verholfen hat.

Auf ganz ähnliche Weise kommen dann auch die Formen zu Stande, welche Fig. 5 uns zeigt. Man wird wieder die verschiedenen Grade des in zwei auf einander senkrechten Ebenen verlaufenden Theilungsvorgangs bemerken, den Anfang, der sich darin ausspricht, dass das einzelne Individuum an Umfang erheblich gewinnt und geradezu unförmlich anschwillt, die weiteren Fortsetzungen, welche die beginnende und sich immer entschiedener entwickelnde Abschnürung der neuen Elemente erkennen lassen, bis zu dem endlichen Abschluss des Ereignisses, welches zu der Bildung von vier nebeneinander liegenden jungen Zellen von gleicher Grösse und Gestalt führt. Jede derselben kann dann ihrerseits sogleich dem nämlichen Vorgang wieder als Grundlage dienen. Zum Unterschiede von den in Fig. 4 dargestellten Mikroorganismen bewahren die einzelnen Kokken hier ihre rundliche Form fast vollständig, eine Thatsache, die sich an den sehr grossen Bakterien, um die es sich in dem vorliegenden Falle handelt, mit besonderer Deutlichkeit wahrnehmen lässt.

Auffallend ist ferner die hier, im Gegensatz zu Fig 4 hervortretende Neigung der Mikroorganismen, die als Endergebniss der Theilung entstehende Anordnung zu vieren über längere Zeit hin zu bewahren und zu so markantem

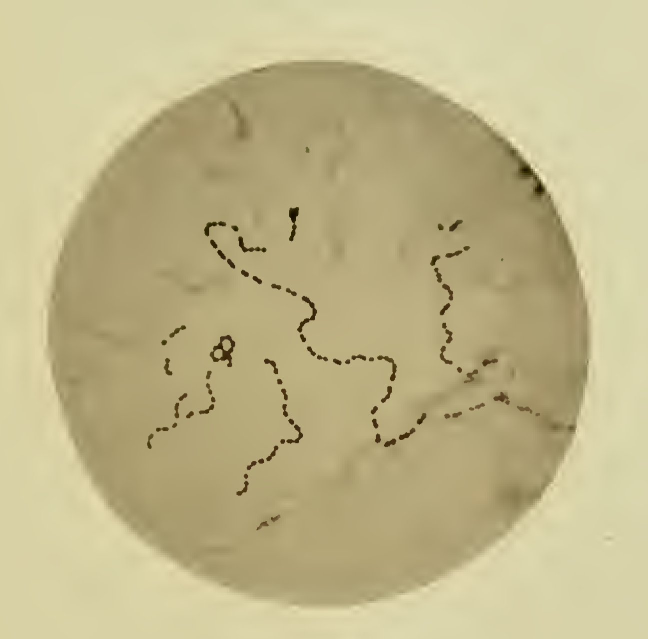


Fig. 3

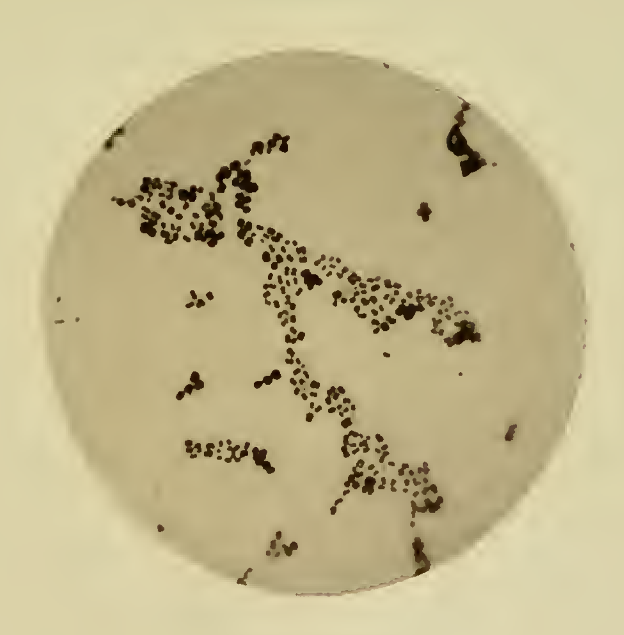


Fig. 4.

Tafel III.

Tafel III.

Figur 5. Mikrokokkus tetragonus aus der Peritonealflüssigkeit eines Meerschweinchens; Deckglaspräparat gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

Figur 6. Sarcina lutea aus Luft. Agarcultur; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

Ausdruck zu bringen, dass sie von dieser Eigenschaft her auch den Namen Tetradenkokken führen. Begünstigt oder vielmehr veranlasst wird diese sorgfältige Erhaltung der Verbandform durch die Anwesenheit einer Kapsel, einer sehr umfangreichen Gallertscheide, welche als ein heller, etwas unregelmässig umrandeter Hof die Kokken umschliesst, sich bei der Theilung mit den Bakterien selbst in neue Abschnitte zerlegt und in untrennbarem Zusammenhange mit den Zellen steht, die sie als schützende Hülle bekleidet. In Wahrheit ist diese Kapsel, der wir noch des öfteren wieder begegnen werden, nichts anderes als die gequollene Membran der betreffenden Bakterien. Während man von der Zusammensetzung des Inhalts der Bakterienzellen weiss, dass derselbe im wesentlichen aus protoplasmatischer Substanz, Zelleiweiss gebildet ist, ist über den Aufbau der Zellmembran näheres noch nicht bekannt und nur die Thatsache vielfach bemerkt, dass sie die Fähigkeit besitzt, in ihren äusseren Schichten unter Wasseraufnahme zu vergallerten und zuweilen einen sehr erheblichen Umfang zu erreichen. Diese Quellung geht aber nur unter besonders günstigen Bedingungen vor sich; dieselben Bakterien beispielsweise, welche hier so massige Kapseln zeigen, können unter anderen Verhältnissen völlig kapselfrei erscheinen. In der Regel bildet sich die Membran nur in flüssiger oder doch sehr wasserreicher Umgebung aus, mit besonderer Vorliebe bei parasitischen Bakterien in den Gewebs- und Körpersäften des thierischen oder menschlichen Organismus; doch wird sie zuweilen auch bei der Cultur der betreffenden Bakterien in künstlichen Substraten z. B. Nährbouillon beobachtet. Die Kapsel nimmt die Anilinfarbstoffe viel schwieriger an als der Bakterienleib selbst und hebt sich deshalb gewöhnlich als ungefärbte Zone von dem letzteren ab.

Bei denjenigen Bakterien endlich, von denen Fig. 6 ein Beispiel giebt, erfolgt die Theilung nicht nur in zwei, sondern sogar in drei zueinander senkrechten Ebenen, nach allen drei Richtungen des Raumes hin. Es kommt deshalb zur Entstehung jener eigenthümlichen Verbandformen, welche ihrer charakteristischen Erscheinung halber schon seit langer Zeit als „waarenballenähnliche“ Packete bekannt sind.

Man sieht die Zellen zu zweien, vieren, aber auch zu 8 und selbst zu 16 und mehr Gliedern vereinigt bei einander liegen und wird bei genauer Betrachtung des betreffenden Photogramms — am besten mit Hülfe der Loupe — wohl die verschiedenen hier in Frage kommenden Uebergangsformen zu erkennen vermögen. Die in der Einleitung mehrfach erörterte Unfähigkeit der photographischen Darstellung, mehr als eine einzige Ebene des Objekts im gegebenen Falle zur Wieder-

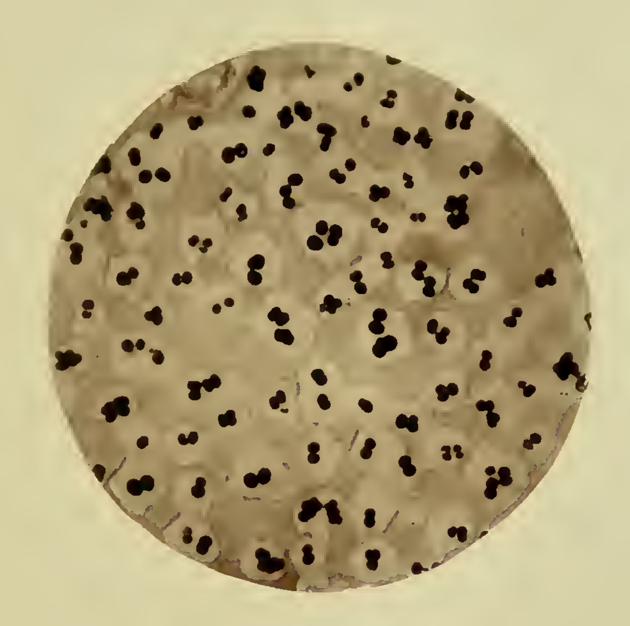


Fig. 5

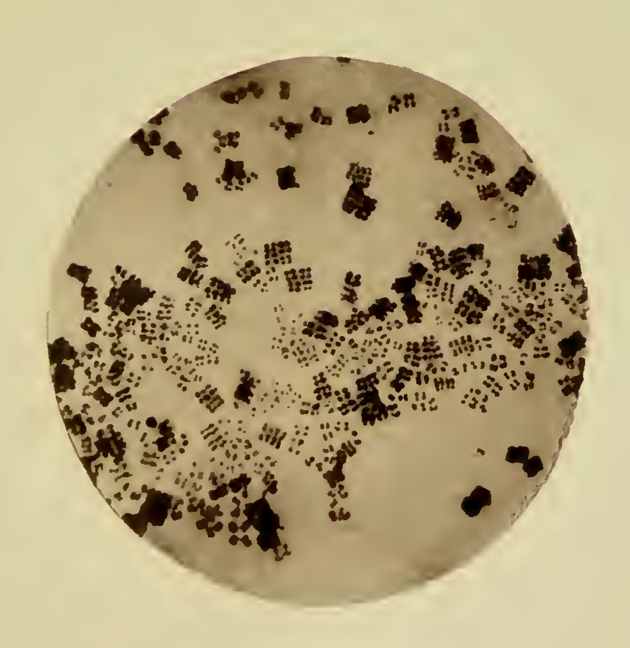


Fig. 6.

Tafel IV.

Tafel IV.

Figur 7. Kapselkokkus aus menschlichem Speichel. Peritonealflüssigkeit eines Kaninchens; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

Figur 8. Kurzer Bacillus aus Wasser. Gelatineplatte, Klatschpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

---

gabe zu bringen, zeigt sich hier so körperlich entwickelten Bakterienhaufen gegenüber schon in sehr ausgesprochenem Maasse. Nur an einzelnen Stellen ist es gelungen, einen ganzen derartigen Verband gleichzeitig zu erfassen, meist ist er wenigstens zum Theil unscharf geworden, und häufig machen sich die ausserhalb der eingestellten Ebene liegenden Partien noch als schwache Schatten auf der Abbildung bemerklich. Auf der anderen Seite tritt in manchen der photographirten Ballen aber die plastische Gestalt des Aufbaues besonders schön und deutlich hervor.

Die in diese Klasse von Bakterien gehörenden Arten, die sogenannten Sarcinen, finden sich häufig in der Luft und erscheinen als zufällige Verunreinigung auf unseren Gelatineplatten, ohne dass man ihnen irgend eine weitere Bedeutung und Function beilegen könnte.

Fig. 7 leitet uns zu der zweiten grossen Klasse von Mikroorganismen, den Bacillen oder Stäbchenbakterien, über. Die charakteristische Bildung dieser Form, die darin besteht, dass der eine Durchmesser der Zellen den anderen um ein mehr oder minder beträchtliches übertrifft, tritt hier freilich erst in so bescheidenem Umfange hervor, dass man zweifelhaft sein kann, ob man sie überhaupt als vorhanden anerkennen soll. In der That werden die gerade hier vorgeführten Bakterien auch gewöhnlich — unter gleichzeitigem Hinweis auf die Existenz einer Kapsel — „Kapselkokken" genannt und unter dieser Bezeichnung beschrieben. Doch wird man bei etwas genauerer Betrachtung gewiss unschwer bemerken, dass es sich keineswegs um die eigentliche Kugelform handelt, die einzelnen Zellen vielmehr eine deutliche Längsstreckung zeigen. Wohl waren ähnliche Gebilde auch bei den echten Mikrokokken, z. B. in Fig. 3 bei den Streptokokken, schon zur Beobachtung gekommen; während sich dieselben aber dort durch den in der Entwickelung begriffenen Vorgang der Theilung erklären und neben den etwas länglichen Individuen die Mehrzahl die reine Kugelgestalt aufweist, fehlen hier die letzteren vollständig und machen sich nur die stäbchenartigen Elemente bemerklich, auch da, wo nichts an dem betreffenden Gliede auf eine Theilung etc. hindeutet. Man wird deshalb diese Mikroorganismen als eine Uebergangsform zwischen den Kugel- und den Stäbchenbakterien betrachten. F. Cohn hatte sie seiner Zeit in einer besonderen Klasse als „Bakterien" im engeren Sinne zusammengefasst; verzichten wir auf diese Unterabtheilung, so werden wir sie im Hinblick darauf, dass wir die Form allein als wenn auch noch so nothdürftigen Anhalt für die Klassificirung der Bakterien verwerthen, in die Gruppe der Stäbchenbakterien verweisen müssen.

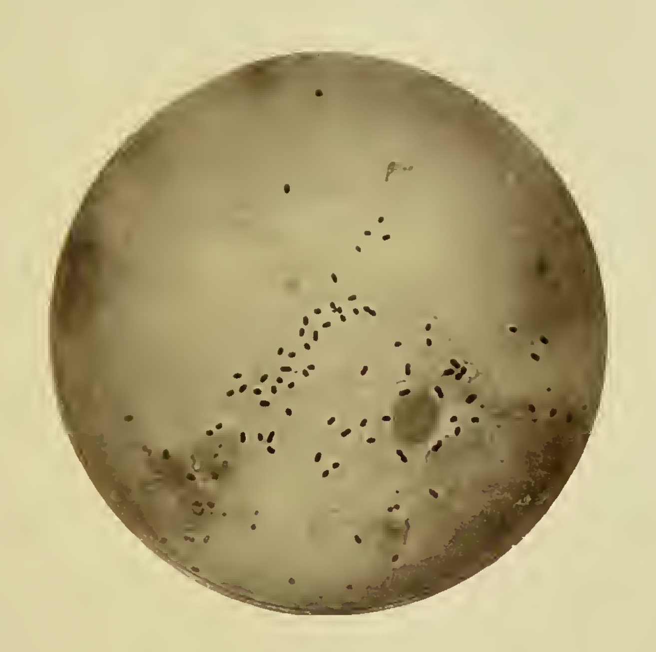


Fig. 7.

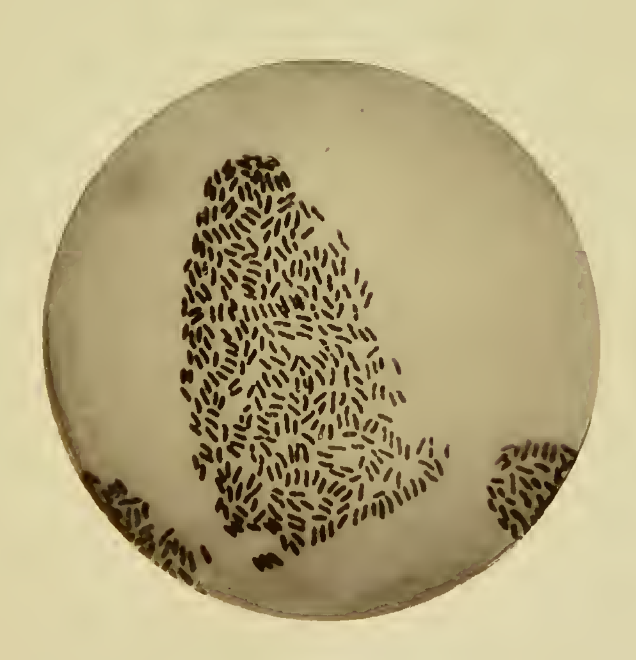


Fig. 8.

Tafel V.

Tafel V.

Figur 9. Schmale Bacillen aus Wasser. Gelatineplatte, Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

Figur 10. Grosse Bacillen (wurzelförmiger Bacillus). Gelatineplatte; Klatschpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

Die Kapsel ist zwar nicht so ausgedehnt wie bei Fig. 5., aber doch sehr deutlich entwickelt; sie wird gleichfalls fast nur bei Anwesenheit der Bakterien im Innern des lebenden Organismus gebildet. Das vorliegende Präparat ist aus der serösen Flüssigkeit der Bauchhöhle eines Kaninchens angefertigt, welches mit menschlichem Speichel inficirt worden war.

Fig. 8, 9 und 10 zeigen typische Bacillen in verschiedenen, besonders häufig vorkommenden Formen. Fig. 8 enthält kurze, ziemlich plumpe Gebilde. die zum Theil eine leichte Krümmung über die Längsachse, also eine kommaähnliche Gestalt besitzen. Hier und da lässt eine Einschnürung in der Mitte des Gliedes oder eine Streckung der Zelle bis auf das Doppelte der gewöhnlichen Länge den Theilungsvorgang erkennen. Das Photogramm ist die Abbildung eines sogenannten Klatschpräparats von der Gelatineplatte und giebt die Colonie irgend einer der zahlreichen im Flusswasser häufig vorkommenden, sonst bedeutungslosen, Bakterienarten wieder. In den Aufbau und die Gestalt einer derartigen kleinen Reincultur von Mikroorganismen gewähren gerade die Klatschpräparate, wie man übrigens auch an Fig. 1 und 2 schon erkennen kann, einen besonders genauen und lehrreichen Einblick.

Fig. 10 zeigt das vorschriftsmässige Langstäbchen, regelrecht geformte, geradlinig ausgestreckte, mit ziemlich scharf abgesetzten Ecken versehene Zellen, bald etwas grösser, bald etwas kleiner, je nachdem die einzelnen Glieder gerade in die Theilung eintreten wollen oder soeben aus derselben hervorgegangen sind. An manchen Stellen bemerkt man im Innern der Stäbchen unregelmässige. etwas hellere Partien, die den Farbstoff nur unvollkommen aufgenommen haben. Was diese Körnungen und Ungleichheiten des Protoplasmas eigentlich bedeuten. vermag man vorläufig noch nicht zu sagen; möglich dass sie zu dem Vorgange der Sporenbildung in irgend einer Beziehung stehen.

Fig. 9 führt uns eine Bakterienart vor. deren einzelne Zellen sehr schmal, d. h. erheblich länger als breit zu sein scheinen. Betrachtet man das Präparat genauer, so bemerkt man aber auch eine grosse Anzahl ganz kurzer Elemente und muss deshalb die langen Fäden als Bacillenverbände, als eine Mehrheit eng aneinander gefügter Glieder ansehen.

In der Regel löst sich ein derartiger „Scheinfaden“ allerdings unter dem Einfluss der Farbstoffe in seine einzelnen Bestandtheile auf; zuweilen aber erweist sich der Zusammenhang als ein so inniger, dass er auch jetzt noch erhalten bleibt und dann Formen wie die hier gezeigten im Präparate entstehen lässt. Gegen die untere Partie des Gesichtsfeldes hin hat die Einstellung die Stäbchen



Fig. 9.



Fig. 10.

Tafel VI.

Tafel VI.

Figur 11. Zoogloea von Bacillen aus Wasser. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 500 ×. Apochromat 2 mm 1,40; Projectionsocular 2. Sonnenlicht.

Figur 12. Kleine Spirillen aus Mäuseblut. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 500 ×, wie Fig. 11.

---

vielfach nur noch an der äusseren Kante, an der Grenzlinie getroffen, so dass dieselben wie ganz dünne Gebilde erscheinen.

Wir haben bereits (Fig. 5) die Bemerkung zu machen Gelegenheit gehabt, dass die Membran bestimmend auf die Gestaltung der Bakterienverbände einzuwirken vermag, indem sie eine allzu rasche Trennung der neu gebildeten Elemente verhütet und dieselben zwingt, in festem Zusammenhange zu bleiben. Auch bei den Stäbchenbakterien tritt ein gleiches Verhalten, zuweilen sogar in sehr auffallender Weise hervor. Die gequollene Hülle der Zellen verklebt die letzteren zu dichten, unter Umständen ganz eigenthümlich geformten Massen, sogenannten Zoogloeen, die bei schwacher Vergrösserung betrachtet häufig baumartig verzweigte oder seltsam verschlungene Gebilde darstellen, während man bei starker Vergrösserung (Fig. 11) die einzelnen Stäbchen zu erkennen vermag, welche in der Gallertscheide eingebettet liegen und von derselben wie von einem zarten Schleier umsponnen werden. Auch die Hülle hat hier etwas von dem Farbstoff aufgenommen und verdeckt deshalb die Umrisse der eingeschlossenen Stäbchen, die erst da scharf hervortreten, wo, wie dies in einzelnen Theilen des Präparats, namentlich gegen den rechten Rand hin, der Fall, die Membran fehlt und die Zellen also frei werden.

Fig. 12, 13, 14 zeigen uns verschiedene Beispiele echter Schraubenbakterien, bei denen die einzelnen Elemente eine mehr oder minder erhebliche Krümmung und Drehung über die Längsachse erkennen lassen. Fig. 12 enthält derartige Gebilde in ganz ausserordentlich kleinen und zierlichen Formen, die aber die charakteristische Schlängelung sehr deutlich zur Anschauung bringen. Es wurden diese Spirillen als ein zufälliger Befund im Blute einer Maus beobachtet; die Bakterien liegen in nicht allzu grosser Zahl zwischen den Blutkörperchen, alle gleich lang und die gleiche Menge von Windungen — drei — aufweisend.

Sind dies die Zwerge unter den Spirillen, so treten uns nun im nächsten Bilde die Riesen aus der Klasse der Schraubenbakterien entgegen (Vergrösserung 500fach). Lässt man frisch entnommenes Rinderblut bei Zimmertemperatur einige Tage stehen und langsam faulen, so finden sich in den oberflächlichen Schichten desselben fast regelmässig Formen, wie die hier gezeigten, die sich im ungefärbten, lebenden Präparate durch ihre auffallende Gestalt und eine sehr entschiedene Eigenbewegung sogleich bemerklich machen. Färbt man einen Tropfen derartigen Blutes auf dem Deckglas, so sieht man ausser den grossen, plumpen Spirillen auch eine mehr oder minder erhebliche Anzahl sehr viel zarterer Schrauben und endlich neben beiden noch eine reiche Menge verschiedener

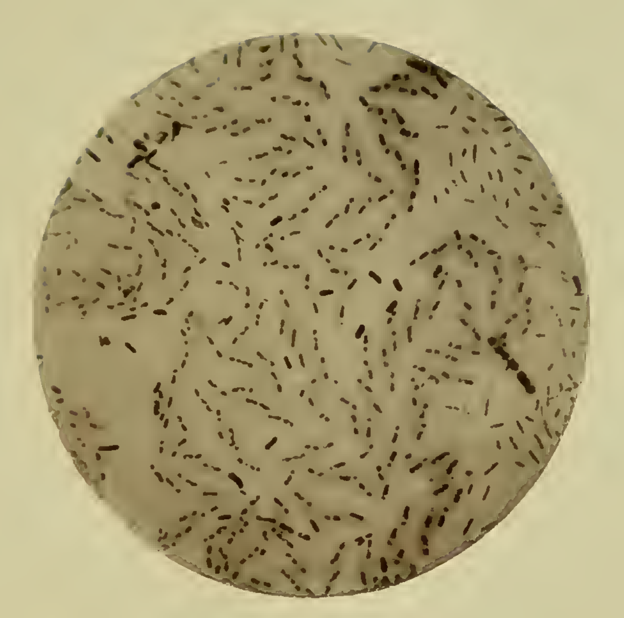


Fig. 11.

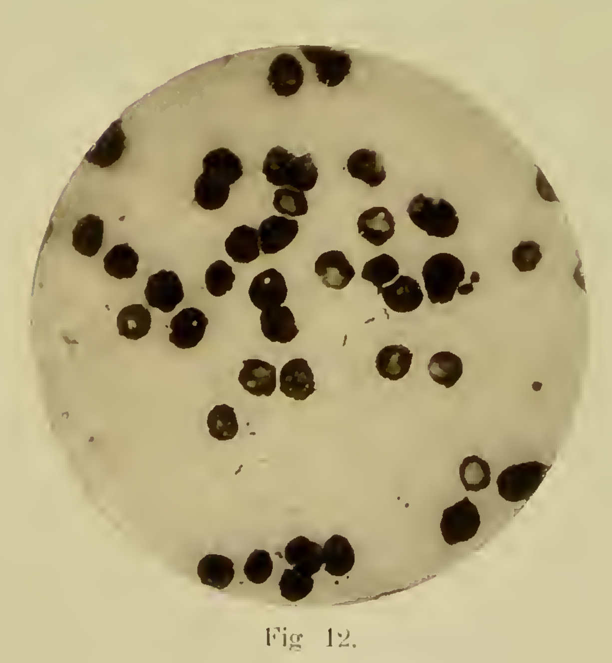


Fig. 12.

Tafel VII.

Tafel VII.

Figur 13. Grosse Spirillen aus faulendem Blut. Deckglaspräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 500 ×, wie Fig. 11.

Figur 14. Lange Spirillen (Spirillum rubrum). Bouilloncultur: Deckglaspräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

Kugel- und Stäbchenbakterien in buntem Gewirre, unter den letzteren häufig auch Formen, die auf die Beschreibung des früher viel genannten „Ferments der Fäulniss“ des bakterium termo, passen. Ob eine der hier vorhandenen Arten in ursächlicher Beziehung zu dem Process der Fäulniss stehe, kann natürlich so lange nicht beantwortet werden, als unsere Kenntnisse von dem Wesen dieses ganzen Vorganges so ausserordentlich primitiver Natur sind, wie dies heut zu Tage noch der Fall. Hält man sich an die Pasteur'sche Erklärung für die Entstehung der Fäulniss, dass sie wesentlich durch anaerobe Bakterien veranlasst werde, so können jene grossen Spirillen nicht wohl an ihrer Erzeugung betheiligt sein, da sie, wie schon erwähnt, sich immer nur in den oberflächlicheren Schichten der faulenden Flüssigkeit finden, also einen ausgesprochenen aeroben Charakter haben.

Bemerkenswerth sind an den grossen Schrauben noch die in ziemlich regelmässigen Abständen angeordneten hellen Flecke und Punkte im Innern der einzelnen Individuen; ob die damit angedeutete Differenzirung des Plasmas vielleicht die Vorbereitung zur Bildung von endogenen Sporen oder etwas dem ähnliches ist, muss dahin gestellt bleiben und entzieht sich der Entscheidung um so mehr, als wir diese wie die weitaus grössere Mehrzahl aller überhaupt bekannten und beobachteten Spirillenarten bisher nicht künstlich zu cultiviren vermögen. Eine der wenigen Ausnahmen zeigt uns Fig. 14, das von Esmarch aus einem faulenden Mäusecadaver isolirte sogenannte Spirillum rubrum. Sehr deutlich, theilweise geradezu plastisch tritt an demselben die Drehung der Bakterien in der Längsachse hervor, welche denselben die schraubige, korkzieherartig gewundene Form verleiht. Der Grad dieser Biegung ist kein regelmässiger; wir sehen kurze gedrungene und flache, weit ausgezogene Schrauben neben einander, häufig sogar an benachbarten Theilen desselben Spirillums.

Auffallend ist die sehr wechselnde Grösse der einzelnen Schrauben, die von ganz kleinen nur wenige Windungen zeigenden Anfängen bis zu langen quer durch das gesammte Gesichtsfeld ziehenden Formen die mannigfachsten Uebergänge aufweisen, je nachdem die Glieder eben aus der Quertheilung hervorgegangen sind oder im Begriff stehen, in dieselbe einzutreten.

Unter den Stäbchen- und unter den Schraubenbakterien giebt es eine Anzahl von Arten, deren einzelne Zellen die ausgesprochene Fähigkeit der Eigenbewegung, der selbstständigen Ortsveränderung besitzen. Als Werkzeuge zur Ausübung derselben dienen die Geisselfäden, feinste fadenförmige, häufig peitschenschnurartig gewundene Fortsätze und Ausläufer, welche den beiden Enden eines Gliedes anzuhängen pflegen (Fig. 15, 16). Die Zartheit und Hinfälligkeit dieser Gebilde ist eine

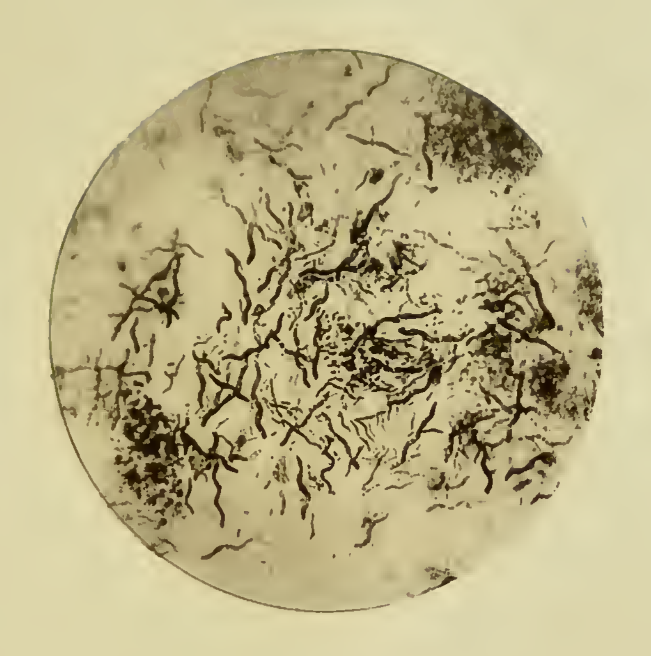


Fig. 13.

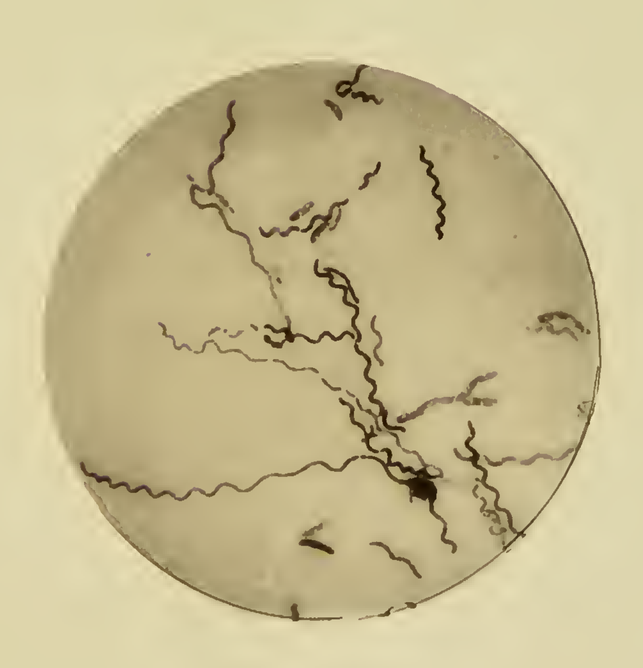


Fig. 14.

Tafel VIII.

Tafel VIII.

Figur 15. Geisselfäden an Bacillen. Faulender Pflanzenaufguss, Deckglaspräparat, ungefärbt. Vergr. 500 ×. Apochromat 2 mm, 1,40; Projectionsocular 2. Sonnenlicht, offener Condensor.

Figur 16. Geisselfäden an Spirillen. Faulender Pflanzenaufguss, Deckglaspräparat, ungefärbt. Vergr. 1000 ×. Apochromat 2 mm, 1,40; Projectionsocular 4. Sonnenlicht, offener Condensor.

---

so grosse, dass es meist mit Schwierigkeiten verbunden ist, dieselben im mikroskopischen Präparate überhaupt wahrzunehmen. Sie besitzen ungefähr dasselbe Brechungsvermögen, wie die einschliessenden Medien, Wasser, Nährbouillon u. s. f.; da sie sich ferner während ihrer Thätigkeit in der allerlebhaftesten Bewegung befinden, ist die Möglichkeit als vollkommen ausgeschlossen zu erachten, an den Bakterien, wie sie in der Regel zur Untersuchung gelangen, (im hohlen Objektträger und bewegten Zustande) Geisseln zu erkennen. Am ehesten kommen dieselben zur Anschauung, wenn man ein Tröpfchen der bakterienhaltigen Flüssigkeit in möglichst flacher Schicht auf dem Deckglase ausbreitet, hier theilweise antrocknen lässt, das Deckglas dann auf einen Objektträger auflegt und nun bei stärkster Durchleuchtung des Präparats mit Sonnen- oder intensivem künstlichen Licht untersucht. Dann sieht man da, wo nur noch Spuren von Flüssigkeit vorhanden sind, einzelne gestrandete Bakterien liegen und an ihren Enden die zur Unthätigkeit verurtheilten Geisseln.

Nur selten nimmt man die letzteren allerdings so gleichmässig an allen zur Beobachtung kommenden Zellen wahr, wie in diesem Falle. Die beiden betreffenden Präparate stammen aus der Sammlung des Herrn Geheimrath Koch, dem wir für Ueberlassung derselben zu grossem Dank verpflichtet sind. Bekanntlich war Koch der Erste, der die Existenz der Geisselfäden an den Bakterien dadurch über jeden Zweifel erhob, dass er dieselben photographirte und so zur allgemeinen Anschauung brachte.

Beide Photogramme sind mit ganz geöffnetem Condensor (vergl. die Einleitung) aufgenommen, und namentlich in Fig. 18 wird man als Folge dieses Verfahrens in den Spirillen ein reiches Detail bemerken können. Was die verschieden dichten, bald stärker, bald schwächer Licht brechenden Pünktchen und Körnchen im Inhalt der einzelnen Glieder in Wahrheit bedeuten, kann vorläufig noch nicht mit Bestimmtheit entschieden werden.

Fig. 17 macht uns mit einer für das Verständniss der Bakterienformen ausserordentlich wichtigen Thatsache bekannt. Während wir bei den echten Kugelbakterien auf die bemerkenswerthe Zähigkeit hinweisen konnten, mit der die Zellen die typische Kugelgestalt unter allen Umständen zu bewahren pflegen, ist bei den Stäbchen- und Schraubenbakterien nicht das Gleiche der Fall. Dieselben reagiren vielmehr auch in dem äusseren Verhalten der einzelnen Individuen mit grosser Empfindlichkeit auf Veränderungen in den Ernährungsbedingungen und Entwickelungsverhältnissen. Sind diese durchaus zusagende, so kommt es zur Entstehung charakteristischer, wohlgebildeter Zellen, welche die „typische

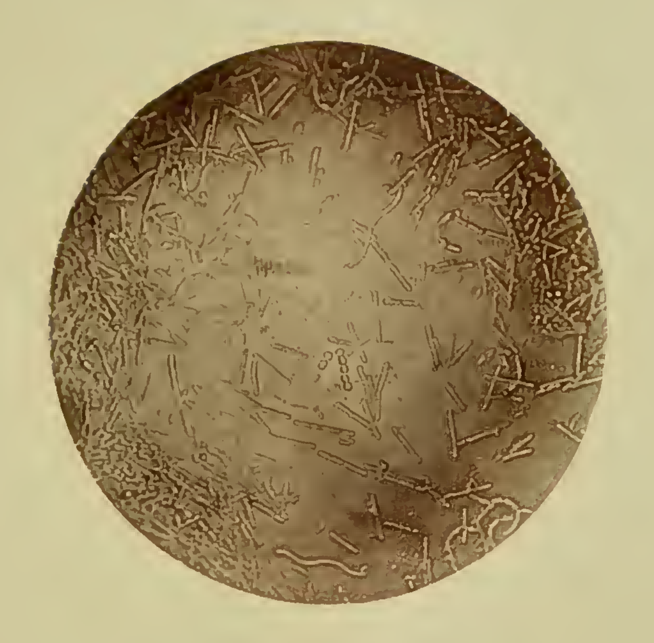


Fig. 15.



Fig. 16.

Tafel IX.

Tafel IX.

Figur 17. Involutionsformen von Bacillus megaterium. Kartoffelcultur; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

Figur 18. Sporen, mittelständige, bei Bacillus subtilis. Agarcultur: Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

Wuchsform" der betreffenden Art darstellen und der Ausdruck für den Höhepunkt ihres Gedeihens sind. Befinden sich die Bakterien dagegen unter Verhältnissen, welche ihnen aus diesem oder jenem Grunde nicht ganz genehm sind, oder aber erreichen die Glieder ein Alter, mit welchem sie die Grenze ihrer vollen Kraft und Frische überschreiten, so entwickeln sich in den Culturen eigenthümliche Misswüchse und Krüppelformen degenerativen Charakters, Dinge, welche zuerst von Naegeli als Involutionsformen bezeichnet worden sind.

Wie sich die Form der Bakterien unter dem Einfluss derartiger Verhältnisse in der That bis zur völligen Unkenntlichkeit verändern kann, geht aus Fig. 17 hervor. Die Glieder des hier abgebildeten Bac. megaterium haben in ihren typischen Wuchsformen etwa das Aussehen der in Fig. 9 dargestellten Zellen des wurzelförmigen Bacillus, nur dass sie etwas kleiner sind wie dieser und abgerundete Ecken besitzen. Entnimmt man die Bakterien aber beispielsweise einer alten Kartoffelcultur, wie es in diesem Falle geschehen, so erhält man nur noch Zerrformen der verschiedensten Art. Während einige Glieder unförmlich aufgequollen, verdickt oder in die Länge gestreckt sind, sind andere zu ganz kurzen, unregelmässigen, theilweise krümelig zerfallenen Gebilden geworden, die an die Gestalt, von der sie herrühren, kaum noch erinnern. Dass es sich hier nicht mehr um frische, vollsaftige Elemente handelt, wird übrigens auch schon durch die Thatsache erwiesen, dass die Glieder ausnahmslos den Anilinfarbstoff, mit welchem man sie zu durchtränken versucht hat, nur unvollkommen aufgenommen haben und sich deshalb als blasse, etwas verschwommene Formen darstellen.

Fig. 18, 19, 20 geben uns verschiedene Beispiele der Sporenbildung. Die Erzeugung von derartigen „Früchten" ist ein Vorgang, der bisher nur bei den Bacillen und (einigen wenigen) Spirillen, dagegen noch nicht bei den Mikrokokken beobachtet worden ist. Am genauesten hat man denselben in allen Einzelheiten bei verschiedenen Stäbchenbakterien studirt und dabei etwa Folgendes wahrgenommen. Das vorher gleichmässige, fast vollständig homogene Plasma der Zellen beginnt sich zu trüben und an mehreren, vorher nicht zu bestimmenden Punkten im Innern der Glieder zu verdichten. Stärker Licht brechende Körnchen und Pünktchen treten auf, die allmälig nach einer Stelle zusammenfliessen und hier schliesslich ein ausserordentlich hell glänzendes, scharf contourirtes, meist eiförmiges Gebilde entstehen lassen, die fertige Spore. Der bei ihrer Entstehung nicht verwendete Rest des Bakterienleibes verschwindet allmälig, verquillt und damit wird die Spore frei. Sie ist zusammengesetzt aus einem Inhalt, dessen Eigenschaften noch nicht näher bekannt sind, und einer dichten

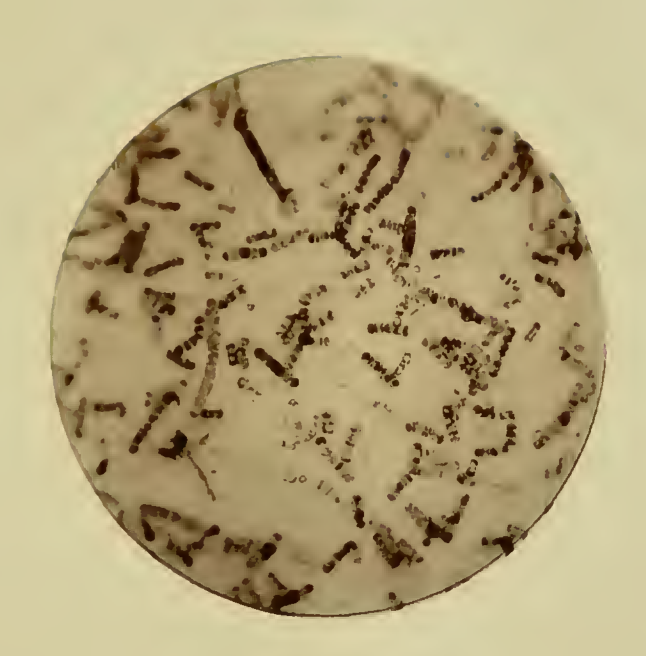


Fig. 17.

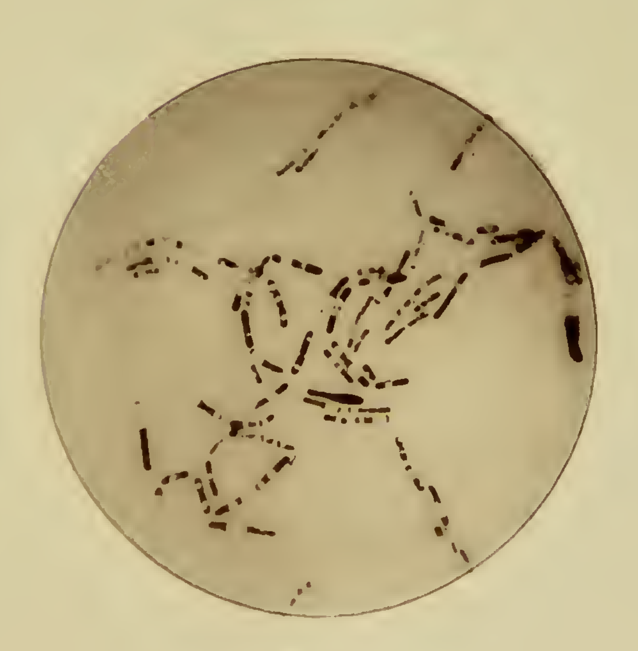


Fig. 18.

Tafel X.

Tafel X.

Figur 19. Sporen, endständige, bei einem Bacillus aus Erde. Gelatineplatte; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

Figur 20. Sporen, endständige (Trommelschlägerform), bei Bacillen aus einer faulenden Melone. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 1.

Membran, der Sporenhaut. Die letztere ist durch eine sehr bemerkenswerthe Resistenz gegen äussere Eingriffe der verschiedensten Art ausgezeichnet und so undurchgängig, dass die gewöhnlichen Anilinfarben beispielsweise sie in der Regel nicht zu durchdringen vermögen, und die Sporen bei der einfachen Färbung deshalb als helle, ungefärbte Lücken von ihrer gefärbten Umgebung, dem Bacillen rest, abstechen.

Aendert sich während der Fructification das Aussehen des Stäbchens selbst nicht erheblich, so erhalten wir ein Bild, wie es uns Fig. 18 zeigt. In einigen Individuen sieht man die Anfänge der Sporenbildung durch die Körnung und unregelmässige Färbung des Inhalts angedeutet; allmälig gewinnt der helle Fleck an Grösse und Prägnanz, und endlich ist fast der ganze Körper der Bakterienzelle für die Spore verbraucht, so dass nur noch ein kleiner Rest färbbaren Plasmas der Spore an jedem Ende wie eine Art Kappe aufsitzt und als äusserst feine Linie (man benutze die Loupe) auch die Seiten derselben umzieht. An manchen Stellen sind die Glieder eines kleinen Bakterienverbandes sämmtlich gleichmässig in die Sporenbildung eingetreten, an anderen hat sich nur ein Element unter mehreren zur Fructification entschlossen.

Schon in Fig. 18 tritt hier und da eine Erscheinung hervor, die in Fig. 19 und Fig. 20 besonders deutlichen Ausdruck findet. Man bemerkt nämlich, dass die Spore einen etwas grösseren Umfang, eine erheblichere Ausdehnung besitzt als das Stäbchen, aus dem sie hervorgeht, so dass dieses letztere an dem Orte, wo die Spore sich bildet, anschwillt und auftreibt. Fällt diese Thatsache zusammen mit dem Umstande, dass die Spore nicht in der Mitte, sondern an dem einen Ende des Bacillus Platz nimmt, so entstehen jene eigenthümlichen Formen, welche man als Trommelschläger- oder Köpfchenbakterien zu bezeichnen pflegt, und besonders häufig bei anaeroben Bakterienarten antrifft.

In Fig. 19 ist die Stellung der Spore keine ganz endständige, sondern nur nach der einen Seite hin verschoben, so dass ein Theil des Bacillus noch über die Spore hinausragt. Da wo auch die Spore den Farbstoff angenommen zu haben scheint, handelt es sich um Glieder, bei welchen nicht die Spore selbst, sondern die äussere Begrenzung, der aus dem Plasmaleibe des Stäbchens bestehende Ueberzug derselben, der der Farbe natürlich zugänglich ist, sich in der eingestellten Ebene befunden hat.

Fig. 20 endlich zeigt echte Köpfchenbakterien in verschiedenen Stufen der Entwickelung, darunter auch viele freie Sporen.



Fig. 19.

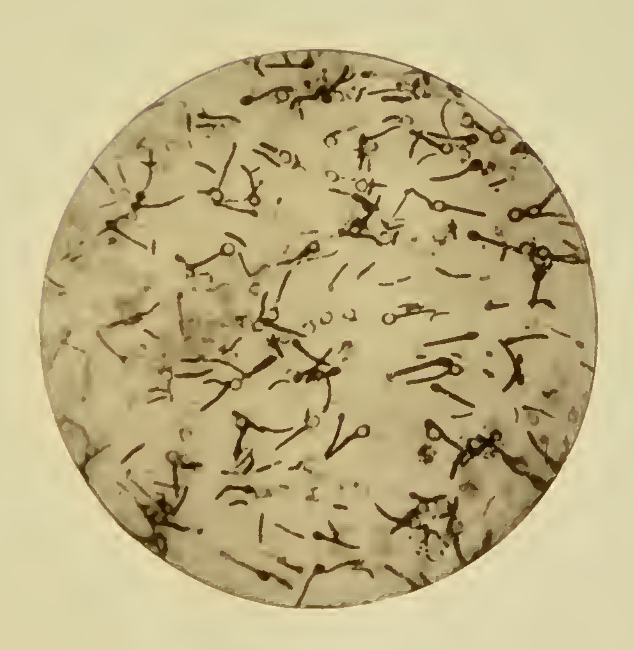


Fig 20.

Tafel XI.

Tafel XI.

Figur 21. Milzbrandbacillen. Gewebssaft einer Maus. Hängender Bouillontropfen, ungefärbt. Vergr. 500 ×. Apochromat 2 mm, 1,40; Projectionsocular 2. Lampenlicht, offener Condensor.

Figur 22. Milzbrandbacillen. Dasselbe Präparat wie in Fig. 21, nach 12 Stunden bei 24° C. Vergr. 500 ×, wie Fig. 21.

Die wichtigsten Eigenschaften und hauptsächlichsten Erscheinungsformen, welche die Bakterien bei der genaueren Beobachtung erkennen lassen, sind damit in sehr bezeichnenden Beispielen vorgeführt worden. Man vermag hiernach die Bakterien als eine wohlumschriebene Gruppe niederster Organismen zu charakterisiren, deren einzelne Vertreter sich wieder durch mehr oder minder ausgesprochene Besonderheiten von einander unterscheiden.

Die Bakterien interessiren uns nun nicht um ihrer selbst willen; als solche würden sie nur Gegenstand rein botanischen Studiums sein können und dem Kreise medicinischer Forschung fern bleiben müssen. Es hat sich aber gezeigt, dass eine Reihe der verbreitetsten Krankheiten gerade auf diese kleinsten Organismen ihre Entstehung zurückführt, und die Wichtigkeit, welche die Kenntniss der Lebensbedingungen der Infectionserreger für die gesammte Pathologie gewonnen hat, lässt ein besonders sorgfältiges Eingehen auf die Eigenschaften der Bakterien überhaupt mehr wie gerechtfertigt erscheinen.

Dass niederste Lebewesen pflanzlicher Natur höhere Organismen zu befallen, zu „inficiren“ und unmittelbar zu schädigen im Stande seien, wurde mit Bestimmtheit zuerst durch die Beobachtungen von Bassi erwiesen (1837), der als Ursache einer eigenthümlichen Affection der Seidenraupen, der Muscardine, einen mikroskopisch kleinen Pilz entdeckte und die Beziehungen desselben zu dem Verlauf der genannten epidemisch auftretenden Krankheit feststellte. Eine sichere Grundlage erhielt die Lehre von den Infectionsorganismen aber erst durch die in der Mitte dieses Jahrhunderts beginnenden Untersuchungen über den Milzbrandbacillus, welche der medicinischen Forschung vollständig neue Bahnen eröffneten. Seit jener Zeit haben die Studien über den Milzbrandbacillus keinen Augenblick geruht, haben Männer wie Davaine, Pasteur und Koch gerade diesem Bakterium die ernsteste Aufmerksamkeit gewidmet, und so ist es wohl erklärlich, dass über keinen anderen Mikroorganismus unsere Kenntnisse von annähernd gleicher Ausdehnung und Vollständigkeit sind.

Der Milzbrandbacillus ist als das Paradigma eines echten, pathogenen und infectiösen Mikroorganismus anzusehen, und es wird deshalb zweckmässig sein, ihn auch an dieser Stelle mit besonderer Gründlichkeit zu behandeln. Manches hier Gesagte und Gezeigte wird sich dann später kürzer fassen und rascher erledigen lassen.

Bringt man von einem an Milzbrand gestorbenen Thiere, beispielsweise von einer an Impfmilzbrand zu Grunde gegangene Maus, eine kleine Menge Blut oder Gewebssaft in einen Tropfen Nährbouillon und untersucht den letzteren im hohlen

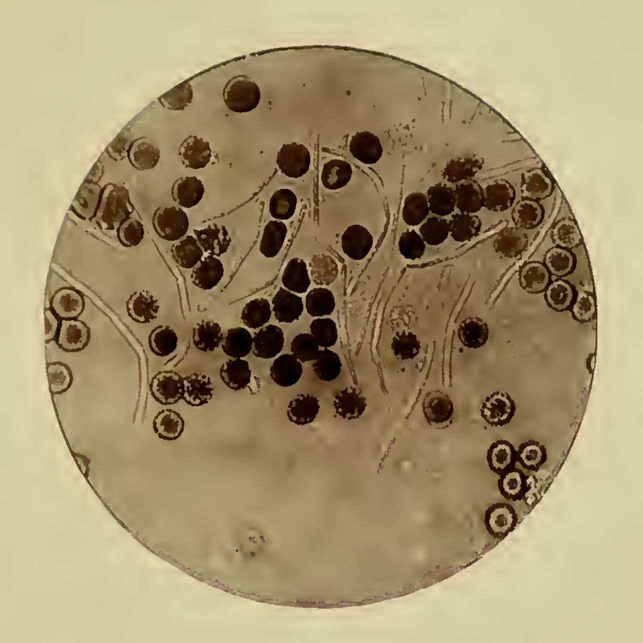


Fig. 21.

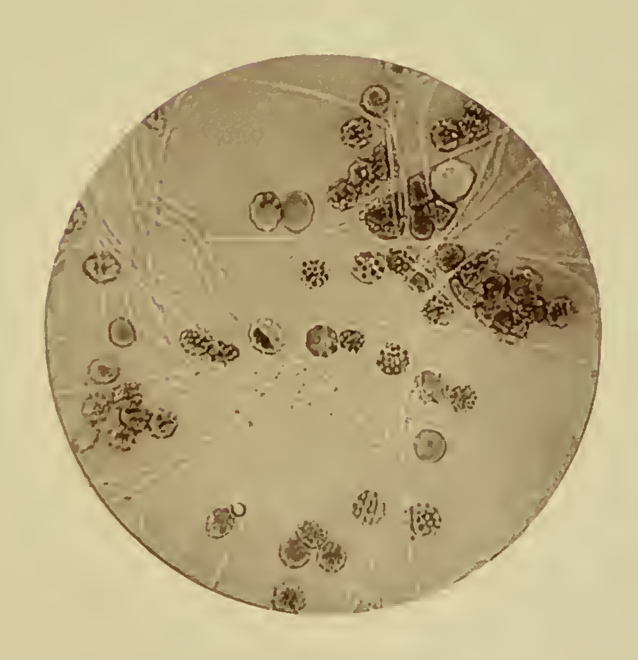


Fig. 22.

Tafel XII.

Tafel XII.

Figur 23. Milzbrandbacillen. Dasselbe Präparat wie vorher, nach weiteren 12 Stunden bei 24° C. Vergr. 500 ×, wie Fig. 21.

Figur 24. Milzbrandbacillen. Dasselbe Präparat wie vorher, 24 Stunden bei 24° C. und 12 Stunden bei 37° C. gehalten; Sporenbildung. Vergr. 500 ×, wie Fig. 21.

Objectträger, so bemerkt man zunächst (Fig. 21) unmittelbar nach der Herstellung des frischen Präparats zahlreiche glashelle, anscheinend völlig homogene Stäbchen regellos zwischen den Blutkörperchen verstreut. Die Länge der Bacillen ist eine wechselnde; meist sind mehrere Glieder zu einem kurzen Verbande aneinander gefügt; hin und wieder kennzeichnen mehr oder weniger deutliche Einschnürungen und wirkliche Knickungen die Trennpunkte und verrathen die Zusammensetzung eines derartigen Fadens aus einer Reihe einzelner Zellen, ohne dass sich jedoch Zahl und Grösse der letzteren hieraus mit Sicherheit ermitteln liesse. Die rothen Blutkörperchen bewahren in der kochsalzhaltigen Flüssigkeit ihre Gestalt fast ausnahmslos ganz unversehrt; nur einige wenige beginnen schon zu schrumpfen und die bekannte Stechapfelform zu zeigen. Neben den rothen erscheinen auch vereinzelte weisse Blutelemente im Gesichtsfelde.

Lässt man das Präparat bei höherer Zimmertemperatur (20—24°) unter dem Mikroskop liegen und untersucht nach etwa 12 Stunden von Neuem, so hat man ein gänzlich verändertes Bild (Fig. 22) vor sich. Die kurzen Stäbchen, die höchstens durch das halbe Gesichtsfeld reichten, sind zu weit gedehnten Fäden ausgewachsen, an denen nur die zuweilen auftretenden scharfen Knickungen noch auf die Entstehung aus einzelnen Bruchstücken hindeuten. Die gleichartige Beschaffenheit des Protoplasmas ist verschwunden und hat einer Art von Körnung, von Granulation im Innern der Bakterien Platz gemacht. Da und dort erscheinen kleinste, stärker Licht brechende Pünktchen und Tröpfchen, die ungeordnet über den Zellenleib hin verbreitet liegen. Von den rothen Blutkörperchen sind nur noch wenige in ihrer normalen Erscheinung erhalten; die Mehrzahl ist schon geronnen und hat sich schollig zusammengezogen.

Wieder verschieden von dem vorhergehenden erscheint das Aussehen desselben Präparats dann nach weiteren 12 Stunden (Fig. 23). Jetzt ist fast das ganze Gesichtsfeld von dicht gedrängten Zügen und Schleifen der in langen Windungen sich hinziehenden Fäden eingenommen. Eine genauere Untersuchung zeigt auch hier wieder die Gleichmässigkeit der Fäden an einzelnen Stellen unterbrochen durch leichte Einkerbungen oder deutliche Einschnürungen. Die Körnung des Zellinhalts ist eine noch ausgesprochenere geworden; die Tröpfchen treten deutlicher hervor; wo man einzelne Glieder in ihren Umrissen zu erkennen vermag, bemerkt man, dass nicht selten mehrere derartige stärker Licht brechende Pünktchen im Innern einer Zelle vorhanden sind, meist dicht an der Membran, der Zellwand gelagert. Die Blutkörperchen sind vollständig zu Grunde gegangen; nur hier und da deuten noch schwache Schatten, dunklere Flecke im

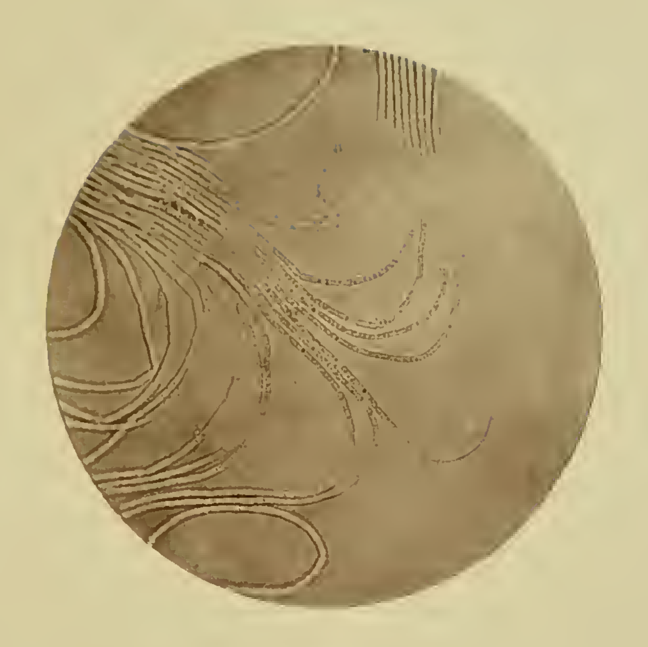


Fig. 23.



Fig. 24.

Tafel XIII.

Tafel XIII.

Figur 25. Milzbrandsporen. Bouilloncultur; Deckglaspräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin und Methylenblau. Vergr. 1000 ×, Apochromat 2 mm, 1,40. Projectionsocular 2. Sonnenlicht.

Figur 26. Milzbrandbacillen, zu dichten Zöpfen ausgewachsen, Sporen bildend. Hängender Bouillontropfen; ungefärbt. Vergr. 250 ×. Apochromat 16 mm, Projectionsocular 4. Lampenlicht, offener Condensor.

Präparat auf diejenigen Stellen hin, wo die corpusculären Elemente ihren Platz gehabt hatten.

Setzt man die soweit gediehenen Milzbrandbacillen nach eintägigem Aufenthalt bei Zimmertemperatur von 24° nun für etwa 12 Stunden der Bluttemperatur von 37,5° aus, so kommt es in der angegebenen Zeit zu der schon in ihren Anfängen vorbereiteten Sporenbildung (Fig. 24). Die mehrfach erwähnten Pünktchen und Tröpfchen im Innern der einzelnen Zellen gewinnen an Umfang und werden damit zu ausserordentlich stark Licht brechenden, hell glänzenden Körpern, den fertigen Sporen, die, wie Perlen an der Schnur, reihenweise in den Fäden hintereinander liegen.

Jedes Glied bildet, wie wir wissen, nur eine Spore; das vorliegende Präparat lässt daher erkennen, dass ein derartiges Glied unter Umständen sehr kurz sein kann, d. h. dass zwei Sporen fast unmittelbar neben einander zu liegen vermögen, während sie in anderen Fällen wieder durch einen erheblich weiteren Zwischenraum, d. h. durch eine Zelle getrennt bleiben, welche nicht zur Sporulation geschritten ist. Da wo die Einstellung die Sporen scharf getroffen hat, erscheinen dieselben als fest umschriebene, deutlich eiförmige Gebilde, etwas schmaler als der Bacillus selbst, der deshalb auch an der Stelle, wo die Spore ihren Platz hat, seine Gestalt nicht verändert, nicht, wie dies von anderen Bakterienarten bekannt ist, kugelig oder spindelförmig anschwillt. Besonders genau lassen sich diese Verhältnisse in den Fäden beobachten, welche dicht am Rande des hängenden Tropfens liegen, dessen Grenze sich im Photogramm als scharfe Linie von oben nach unten durch das Gesichtsfeld zieht.

Ueberlässt man das Präparat weiter seinem Schicksale, so geht der nicht zur Sporenbildung verwendete Rest der Bacillen bald zu Grunde, verquillt, und die Spore wird frei, wie uns dies das folgende Photogramm zu zeigen vermag, das neben den freien allerdings auch noch innerhalb der erhaltenen Stäbchen liegende Sporen aufweist.

Bekanntlich ist ein sehr wichtiger Bestandtheil der Spore die Sporenhaut, eine ausserordentlich widerstandsfähige, gegen äussere Angriffe jeder Art gepanzerte Membran. Dieselbe verwehrt, wie wir gesehen haben (Fig. 18), auch unseren gewöhnlichen Farbstoffen den Durchtritt, und bei der einfachen Färbung bleiben die Sporen deshalb als helle Lücken bestehen. Nun verfügt man aber über die Möglichkeit, den Farben das Eindringen zu erleichtern, indem man sie in der Wärme zur Einwirkung kommen lässt und ihnen ferner bestimmte Mittel zusetzt, welche ihre färbende Kraft erheblich steigern. Färbt man die Sporen

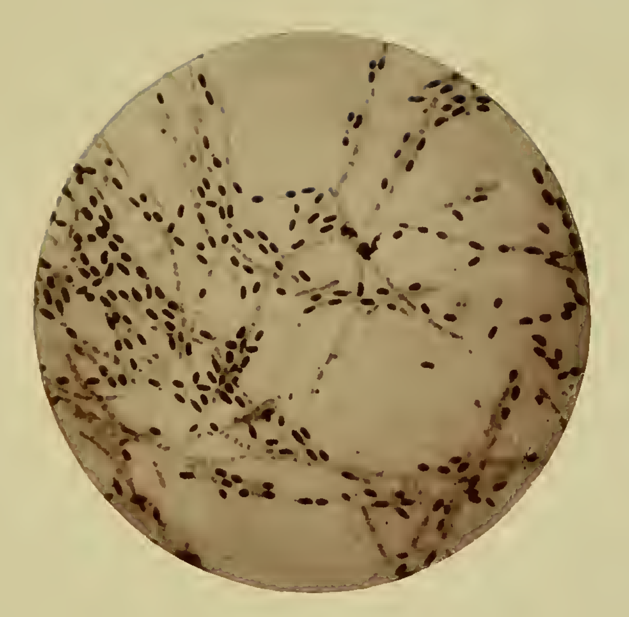


Fig. 25.

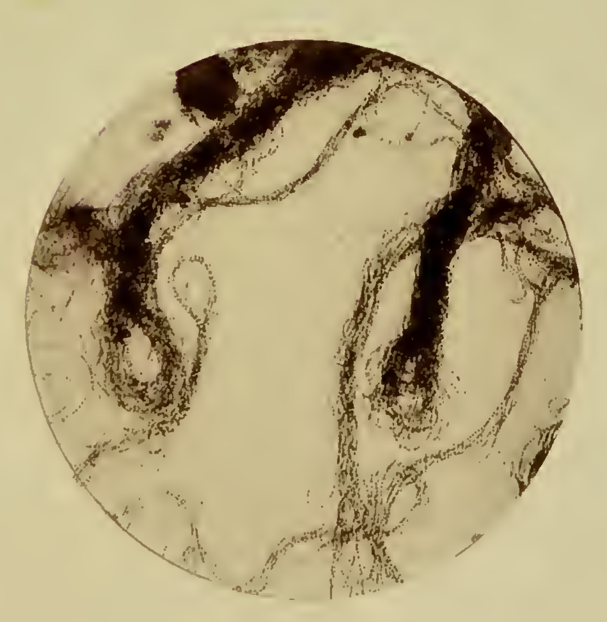


Fig. 26.

Tafel XIV.

Tafel XIV.

Figur 27. Milzbrandbacillen Colonie auf der Gelatineplatte, drei Tage alt; ungefärbt. Vergr. 100 ×. Apochromat 16 mm, Projectionsocular 2. Lampenlicht, offener Condensor.

Figur 28. Milzbrandbacillen. Colonie auf der Gelatineplatte, drei Tage alt; Klatschpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 1000 ×. Apochromat 2 mm, 1,40. Projectionsocular 2. Sonnenlicht.

---

mit einer kochenden Lösung von Carbolfuchsin, so nehmen sie diese Farbe schliesslich an; wie sich die Sporenhaut aber gegen den Eintritt der Farbe gesträubt hat, ebenso erschwert sie der aufgenommenen jetzt das Entweichen. d. h. die gefärbte Spore widersteht nun auch starken Entfärbungsmitteln. ohne den Farbstoff wieder zu verlieren.

Bringt man das Deckglas aus dem heissen Fuchsin daher in absoluten Alcohol, so vermag dieser den Sporen die mühsam erworbene Farbe nicht wieder zu entreissen, während er alle übrigen Theile des Präparats entfärbt. Selbst die Reste der Stäbchen, innerhalb deren die fertigen Sporen liegen, verblassen vollständig und werden deshalb einer nachträglichen zweiten Färbung, am besten mit verdünntem Methylenblau, zugänglich. Die so behandelten Präparate bieten dem Auge eine ausserordentlich prägnante und gefällige Doppelfärbung dar, bei der sich die leuchtend rothen Sporen von den blau gefärbten Bacillen auf das entschiedenste abheben. Auch das Photogramm vermag diesen Gegensatz wenigstens annähernd wiederzugeben; doch tritt auf der Platte das Methylenblau hinter dem Fuchsin sehr erheblich zurück.

Man bemerkt vielfach freie Sporen neben der noch in den Stäbchen liegenden Mehrzahl derselben. Bei den letzteren macht es an manchen Stellen den Eindruck, als ob die Spore über die Umrisse der einschliessenden Zelle herausrage. Da wir am ungefärbten Präparat uns aber gerade von dem Gegentheil überzeugen konnten. so ist das erwähnte Verhalten hier auf die Thatsache zurückzuführen. dass die Sporen sich mit dem Farbstoff energisch imprägnirt und dadurch an Umfang gewonnen haben, während die Stäbchen unter dem Einflusse der schonungslosen Präparation eher geschrumpft und kleiner geworden sind. Man wird in dieser Erscheinung gewiss nicht mit Unrecht einen Beweis erblicken, dass gefärbte Präparate die thatsächlich vorhandenen Verhältnisse häufig in veränderter Form zur Darstellung bringen und in Wahrheit nur ungefärbte Objecte uns ganz sicheren und zuverlässigen Aufschluss über die Dinge. welche wir sehen wollen. verschaffen.

Die folgende Figur (Fig. 26) giebt uns ein sehr anschauliches Bild von der eigenthümlichen Art der Entwickelung, welche die Milzbrandbacillen bei ihrem Wachsthum im hängenden Bouillontropfen ganz regelmässig einzuschlagen pflegen.

In vielfach verschlungenen Windungen, die wie Haarzöpfe oder Garnfäden an der Spindel oder Schiffstaue umeinander gedreht sind, stellen sie sich dem Auge dar, und schon bei schwacher Vergrösserung ist der Anblick ein ausserordentlich charakteristischer und bisher nur beim Milzbrandbacillus beobachteter.

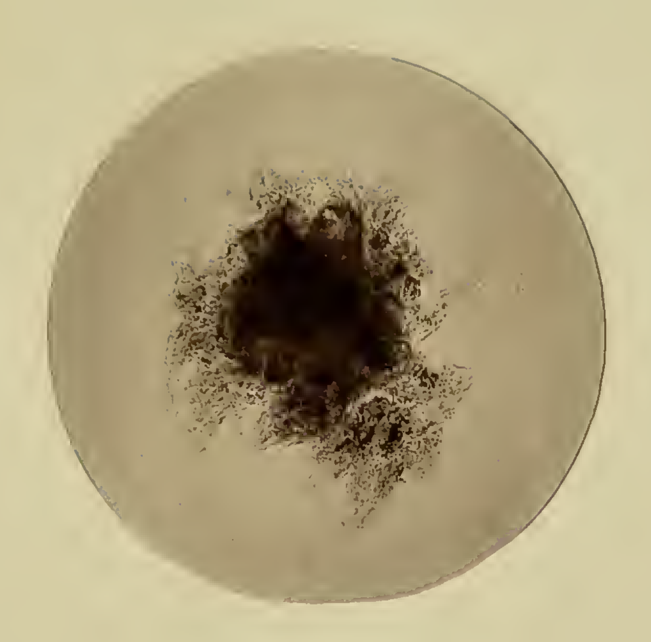


Fig. 27.

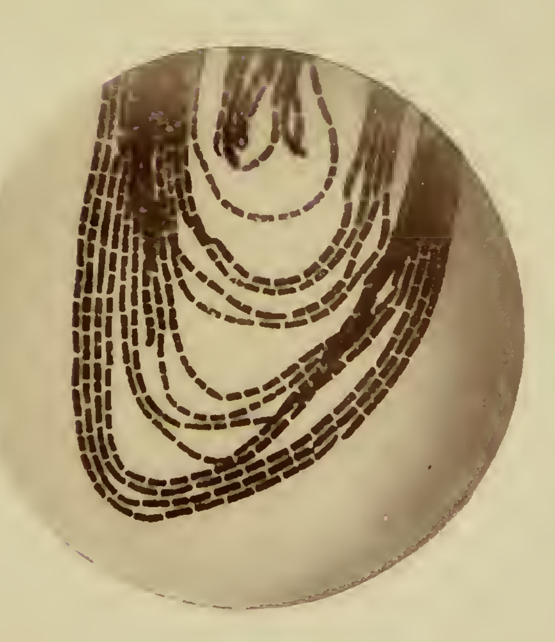


Fig. 28.

Tafel XV.

Tafel XV.

Figur 29. Milzbrandbacillen. Colonie auf der Agarplatte, in 24 Stunden bei Bluttemperatur; ungefärbt. Vergr. 100 ×. Apochromat 16 mm; Projectionsocular 2. Lampenlicht, offener Condensor.

Figur 30. Milzbrandbacillen. Stichcultur in Nährgelatine, 5 Tage alt; ungefärbt. Natürliche Grösse. Lampenlicht.

Dass die bei starker Vergrösserung aufgenommenen Photogramme nicht das gleiche Verhalten hervortreten liessen, hatte seinen Grund in dem Umstande, dass hierfür absichtlich solche Stellen in den Präparaten gewählt wurden, in denen die Fäden mehr in einer Ebene lagen, da nur diese einer photographischen Wiedergabe bei stärkerer Vergrösserung zugänglich waren. Durch das ganze Präparat sieht man hier ausserdem die Sporenbildung in den Fäden zur Ausbildung gelangt; die dunkler gefärbten Pünktchen in den aufgerollten Schlingen sind die stärker Licht brechenden Sporen.

Bringt man eine kleine Menge lebensfähiger Milzbrandbacillen in 10 procentige flüssige Nährgelatine, schüttet die letztere auf Platten aus und lässt sie daselbst erstarren, so entwickeln sich in derselben zahlreiche kleine Reinculturen des Milzbrandbacillus, sogenannte Colonien, die bei gewöhnlicher Zimmertemperatur dort wo sie nicht allzu dicht bei einander liegen, in 3—4 × 24 Stunden ein sehr bezeichnendes, für Milzbrand typisches Aussehen zu gewinnen pflegen (Fig. 27). Die Gelatine wird durch fortschreitendes Wachsthum der Bakterien verflüssigt; das Centrum der Colonie sinkt deshalb allmälig als dichte, eng verfilzte Masse in den Nährboden ein, während die Randbezirke, die äusseren Theile der Colonie sich in zahlreichen, verschlungenen Windungen anordnen, die sich um die feste Mitte lagern, wie die Schlangen um das Haupt der Medusa.

Wird auf eine derartige Colonie ein Deckglas aufgelegt, ein sogenanntes Klatschpräparat angefertigt und dieses mit Fuchsin oder Gentianaviolet gefärbt, so erkennt man bei starker Vergrösserung, dass die Züge und Windungen, welche die Umgebung der Colonie bilden, sich zusammensetzen aus dicht gereihten, wie Mauersteine aneindergefügten Stäbchenzellen. Die einzelnen Glieder sind ausserordentlich kurz, häufig kaum doppelt so lang als breit, ein Beweis für die Lebhaftigkeit, welche der Theilungsvorgang in dem Augenblick erreicht hatte, als das Präparat angefertigt wurde. Hier und da sieht man auch durch leichte Einschnürungen die im Entstehen begriffene Spaltung einer Zelle angedeutet, oder die etwas verschwommenen Grenzlinien zwischen zwei benachbarten Gliedern legen die Vermuthung nahe, dass das eine derselben soben erst aus dem andern hervorgegangen ist. Sonst sind die Zellen scharf gekantet und mit fest abgesetzten Rändern versehen.

Ebenso wie auf der Gelatineplatte, bilden die Milzbrandbacillen auch auf der Agarplatte sehr eigenthümliche und charakteristische Colonien (Fig. 29). Schon nach 24 stündigem Aufenthalt im Brütschrank ist die Oberfläche des Nährbodens von den rasch gewucherten kleinen Culturen bedeckt, die sich in merk

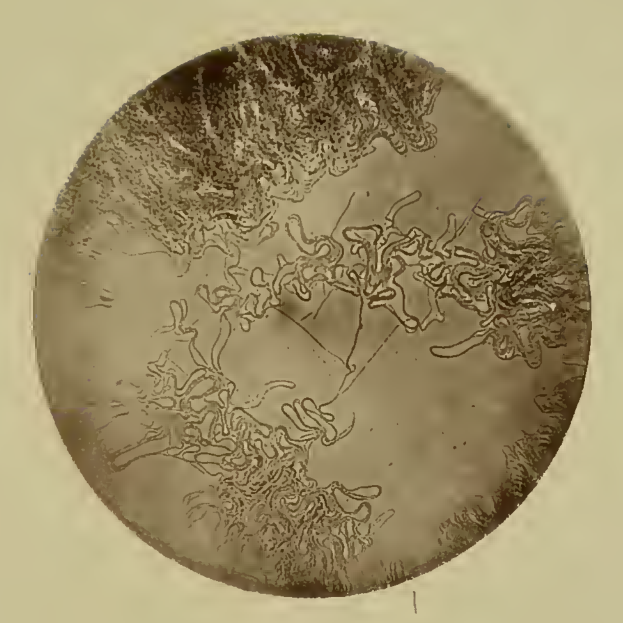


Fig. 29.



Fig. 30.

Tafel XVI.

Tafel XVI.

Figur 31. Milzbrandbacillen. Gewebssaft einer Maus. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 1000 ×. Apochromat 2 mm, 1,40; Projectionsocular 4. Sonnenlicht.

Figur 32. Milzbrandbacillen. Milzsaft eines Meerschweinchens. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 500 ×. Apochromat 2 mm, 1,40; Projectionsocular 2. Sonnenlicht.

---

würdig gewundenen Arabesken und zierlichen Schlingen anordnen, häufig in einander übergehen, mit den Randtheilen zusammenlaufen und so die ganze Platte mit einem dichten Netzwerk fein gesponnener Ranken beziehen.

Auch die Stichcultur in Nährgelatine gewinnt meist schon nach wenigen Tagen ein sehr bezeichnendes Aussehen, wie es uns die folgende Abbildung (Fig. 30) vorführt. An der Oberfläche, wo dem Sauerstoff der Luft der ungehinderte Zutritt gestattet ist, beginnt die Gelatine rasch zu erweichen, die hier gebildeten Theile der Cultur sinken zusammen und lagern sich auf den Grund der verflüssigten Zone. In dem noch fest gebliebenen Bezirke aber dringen vom Stichcanale aus zahlreiche feinste, borstenförmige Ausläufer und Fortsätze stachelartig in die umgebenden Schichten des Nährbodens ein, um allmälig, mit fortschreitendem Alter der Cultur, an Länge zuzunehmen und sich vielfach unter einander zu verzweigen.

Haben wir bisher die Entwickelung der Milzbrandbacillen ausserhalb des Körpers auf unseren künstlichen Nährmitteln Schritt für Schritt zu verfolgen gesucht, so wollen wir nun das Verhalten dieser Bakterien im Innern des befallenen Organismus näher feststellen.

Machen wir wieder eine an Impfmilzbrand gestorbene Maus zum Ausgang unserer Beobachtungen, bringen wir einen Tropfen Gewebssaft auf ein Deckglas, breiten denselben hier sorgfältig aus und färben ihn in der gewöhnlichen Weise mit einer der gebräuchlichen Anilinfarben, so zeigt sich ein Bild (Fig. 31), welches völlig den Thatsachen entspricht, die uns bereits aus dem ungefärbten Präparat (Fig. 21) bekannt sind. Die des Kernes ermangelnden rothen Blutkörperchen haben den Farbstoff nicht aufgenommen und stellen sich deshalb als helle, rundliche Flecke und Lücken dar, während weisse Blutelemente in dem gerade hier zur Darstellung gebrachten Theile des betreffenden Präparats zufälliger Weise überhaupt fehlen. Wären, wie in Fig. 21, einige derselben vorhanden, so würden ihre Kerne als stark gefärbte, unregelmässig geformte Gebilde deutlich genug hervortreten.

Zwischen den körperlichen Bestandtheilen des Blutes nun sieht man in reicher Menge die Bacillen verstreut, die dem Farbstoff ohne weiteres zugänglich gewesen sind. Hervorzuheben ist an denselben eine Erscheinung, welche von jeher die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt hat und auch hier unschwer wahrgenommen werden kann. Während die Stäbchen im ungefärbten Zustande abgerundete Ecken besitzen, ändert sich unter dem Einfluss der Färbung die Gestalt der Endstücke in sehr auffallender Weise. Die Zellen verdicken sich kolbig, zeigen eine leichte, aber deutliche Anschwellung, die dann an der kurzen, dem nächstfolgenden Stäbchen zugekehrten Seite plötzlich mit scharfer Kante in eine flache Vertiefung, eine seichte Grube übergeht. Die Bildung der Enden erinnert daher lebhaft an die

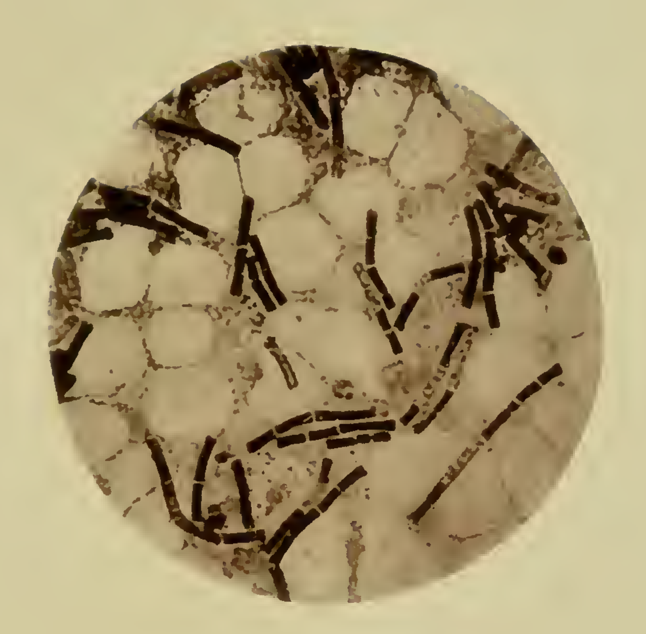


Fig. 31.

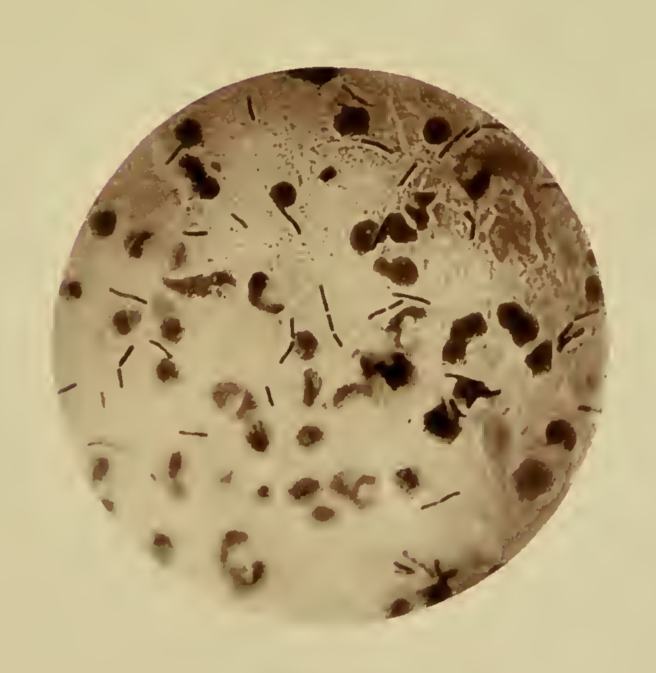


Fig 32.

Tafel XVII.

Tafel XVII.

Figur 33. Milzbrandbacillen. Leber vom Meerschwein. Schnittprä-präparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode (Anilinwassergentianaviolet, Jodjodkalium, Bismarckbraun). Vergr. 200 ×. Apochromat 16 mm, 0,30; Projectionsocular 2. Sonnenlicht, offener Condensor.

Figur 34. Milzbrandbacillen. Leber vom Meerschwein. Schnittpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 500 ×. Apochromat 2 mm, 1,40; Projectionsocular 2. Sonnenlicht, offener Condensor.

Gestalt, welche uns vom oberen Stück des Radius, von dem Aussehen seiner Gelenkverbindung mit dem Oberarmknochen her wohl bekannt ist, und dort, wo zwei Stäbchen aneinander stossen, entstehen auf diese Weise spaltförmige oder biconvexe Zwischenräume, welche von der Färbung unberührt bleiben und sich ohne weiteres kenntlich machen. Sind mehrere Zellen zu einem kurzen Verbande zusammengetreten, so hat das Bild, welches dieselben im gefärbten Präparate darbieten, durch die in regelmässigen Abständen wiederkehrenden Verdickungen und Einschnürungen entschiedene Aehnlichkeit mit einem Bambusrohre.

Freilich tritt diese charakteristische Gestalt der Stäbchenenden keineswegs in allen Fällen gleichmässig sicher hervor. Namentlich die Vorbehandlung, die Erhitzung der Präparate ist von ganz unverkennbarem Einfluss, eine Thatsache, die wohl in der sehr wichtigen Rolle ihre Erklärung findet, welche die Hülle der Bakterien, die Membran, bei der eigenthümlichen Bildung der Enden spielt. Dieselbe zieht sich unter der Einwirkung der alkoholischen Farbstofflösung in ganz besonderer Weise zusammen und giebt so Veranlassung zu der Einkerbung u. s. w. der Bakterienenden. Deshalb lassen ungefärbte Präparate von allen diesen Dingen nichts erkennen, zeigen Milzbrandbacillen, die künstlichen Culturen entnommen werden, in denen sich die Hülle der Bakterien bekanntlich gar nicht oder doch nur in unvollkommener Weise entwickelt, die beschriebene Gestalt der Endstücke nicht und sind alle Massnahmen, welche die Membran überhaupt berühren, übertriebene Erhitzung, Behandlung der Präparate mit Jodlösung etc. hier von wesentlicher Bedeutung.

Noch auf eine andere wichtige Thatsache weist uns Fig. 31 hin. Wir sehen neben der grossen Anzahl von Zellen, welche dem im Vorhergehenden entworfenen Bilde entsprechen, einzelne Glieder, die den Farbstoff nicht angenommen haben und deshalb als blasse, inhaltslose Gebilde erscheinen. Es sind dies abgestorbene Bakterien, leere, ausgeblasene Gehäuse, tote Stäbchen, die der Reaction mit den Anilinfarben nicht mehr zugänglich waren. Blut oder Gewebssaft von Thieren, die an Milzbrand zu Grunde gegangen, enthält also nicht, wie man vielfach anzunehmen geneigt ist, stets nur lebende, vollkräftige Zellen, sondern umschliesst gerade so wie unsere Culturen häufig auch eine mehr oder minder erhebliche Menge toter Elemente.

Wir sprachen bei der Erklärung der besonderen Gestalt, welche die Enden der Milzbrandbacillen im gefärbten Präparate zeigen, von der Membran der Zellen. Dass eine solche in der That vorhanden, wird häufig dadurch sehr deutlich, dass sich um die Stäbchen ein eigenthümlicher Hof, eine Art Kapsel kenntlich macht, welche den gefärbten Bacillus, den „Kern“, als schwächer oder gar

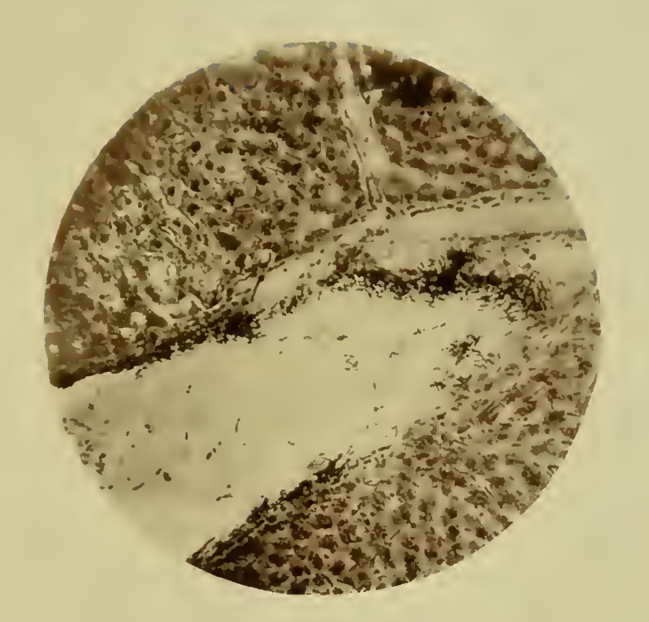


Fig. 33.

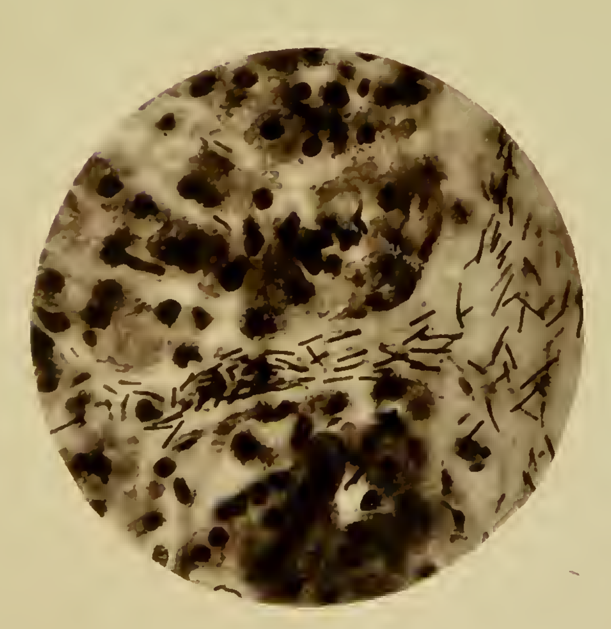


Fig. 34.

Tafel XVIII.

Tafel XVIII.

Figur 35. Milzbrandbacillen. Niere von Maus. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode (Anilinwassergentianaviolet, Jodjodkalium, keine Gegenfärbung). Vergr. 200 ×. Apochromat 16 mm, 0,30; Projectionsocular 2. Sonnenlicht, enge Blendung.

Figur 36. Milzbrandbacillen. Niere vom Meerschwein; Glomerulus. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode (Anilinwassergentianaviolet, Jodjodkalium, Vorfärbung mit Pikrocarmin). Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

---

nicht gefärbte Zone in näherem oder weiterem Abstande umschliesst (Fig. 32). An einzelnen Stellen ist das Stäbchen mit seiner Umhüllung bei der Präparation verloren gegangen, und man bemerkt nur noch den Platz, den es vorher inne gehabt, als helle, scharf umrandete Lücke sich von der Umgebung abheben.

Die folgenden Abbildungen führen uns eine Reihe von Schnitten aus den Organen verschiedener an Impfmilzbrand zu Grunde gegangener Thiere vor; bei dieser Art von Milzbrand erfolgt die Aufnahme der Bakterien von Seiten des Gefässapparates, die Verbreitung der Mikroorganismen im Körper geht auf dem Wege des Blutstroms von Statten, und die ganze Affektion kennzeichnet sich als eine echte Septicämie. Deshalb ist die Anwesenheit der Milzbrandstäbchen auch so gut wie ausschliesslich auf die Gefässe, und zwar meist solche von kleinerem und kleinstem Querschnitt, also auf die Capillaren beschränkt, und nur selten findet man einige versprengte Bacillen ausserhalb dieser vorgeschriebenen Bahn. Das umgebende Gewebe dagegen lässt fast niemals eine irgendwie bemerkenswerthe Veränderung erkennen, und namentlich fehlt, wie wir besonders hervorheben wollen, beim Milzbrand regelmässig eine Andeutung von Coagulationsnecrose, Kernschwund u. s. w. innerhalb der befallenen Theile.

Fig. 33 zeigt uns, zunächst bei schwacher Vergrösserung, einen Schnitt aus der Leber eines an Milzbrand gestorbenen Meerschweinchens, der das eben Gesagte bestätigen wird. Ein grosses Lebergefäss ist bei der Schnittführung getroffen und in weiter Ausdehnung eröffnet worden. Die Wandungen desselben sind dicht besetzt mit Milzbrandstäbchen, während das Lumen nach der Mitte hin nur wenige Bacillen aufweist, offenbar, weil die Strömung des fliessenden Blutes die Ablagerung und Ansiedelung der Bakterien hier nicht zugelassen hatte. Dagegen sind die kleinen Gefässe, die Endausläufer der Pfortader und die Anfänge der Lebervenen, welche innerhalb des eigentlichen Lebergewebes liegen, mit reichen Mengen von Stäbchen gefüllt, die aller Orten hervortreten.

Benutzt man an Stelle der schwachen eine starke Vergrösserung, so werden diese Verhältnisse vielleicht noch deutlicher. In Fig. 34 sehen wir die Eintrittsstelle einer Capillare in ein Blutgefäss von etwas grösserem Caliber. Beide sind mit Stäbchen vollgestopft, die fast ausnahmlos parallel mit der Längsachse des betreffenden Gefässes liegen, die Stellung und Richtung also noch bewahrt haben, welche ihnen das kreisende Blut während des Lebens gegeben hatte.

Die nächste Abbildung (Fig. 35) zeigt uns einen Nierenschnitt bei schwacher Vergrösserung. Die hier zur Anwendung gekommene Art der Färbung, Gram'sche Methode ohne nachfolgende Gegenfärbung lässt die Bakterien besonders deutlich

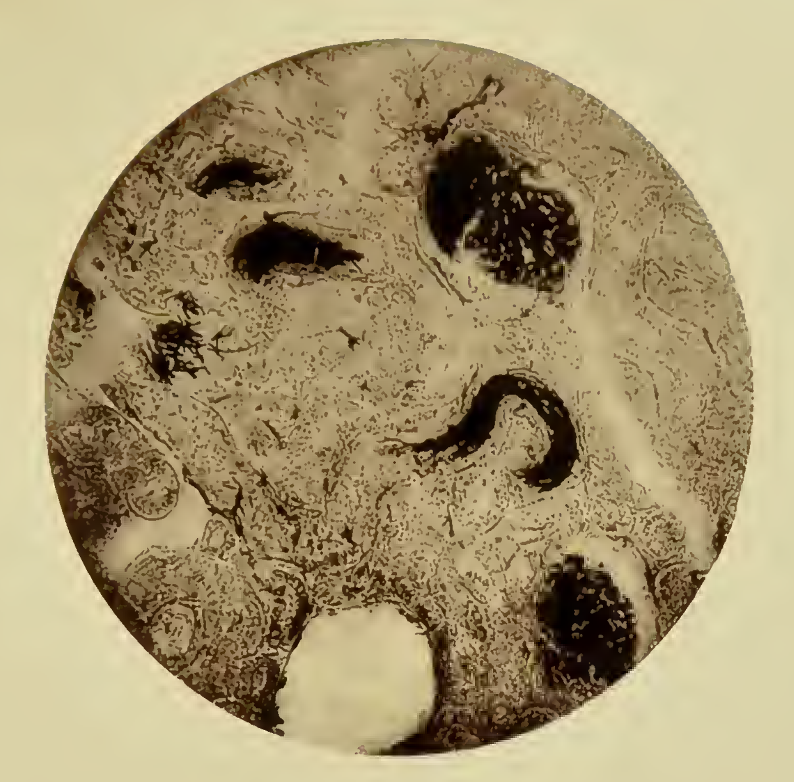


Fig. 35.

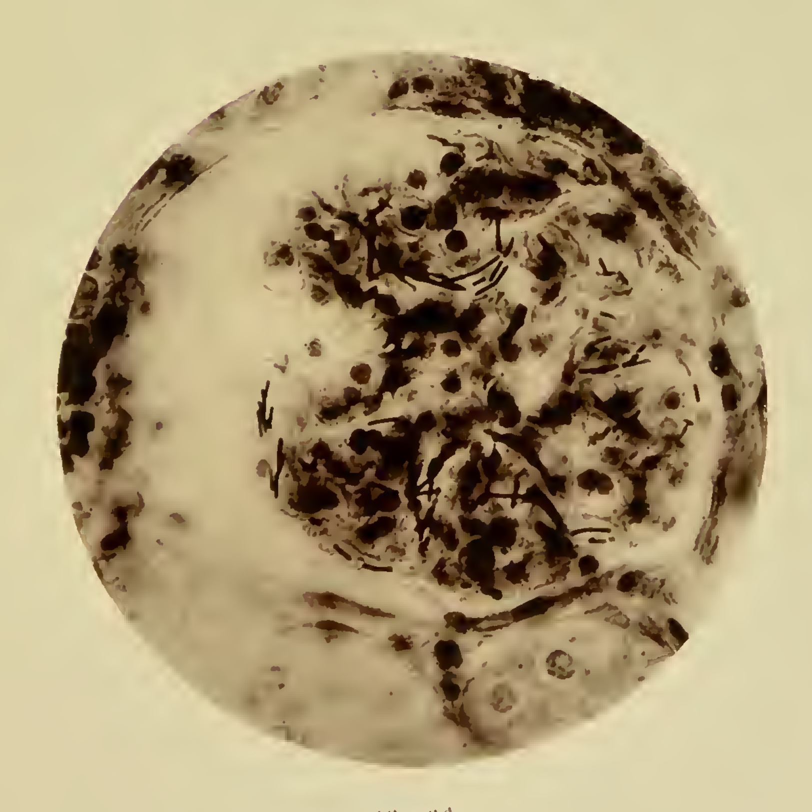


Fig 36.

Tafel XIX.

Tafel XIX.

Figur 37. Milzbrandbacillen. Niere vom Meerschwein; Harnkanälchen. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode, wie Fig. 36. Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

Figur 38. Milzbrandbacillen. Lunge von Maus. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode, wie Fig. 36. Vergr. 200 ×, wie Fig. 33.

---

hervortreten, während das umgebende Gewebe farblos geblieben ist und nur mit Hilfe der Blendung überhaupt zur Anschauung gebracht werden konnte. Wieder sind die Milzbrandbacillen auf die Gefässbezirke beschränkt, und die eigenthümliche Vertheilung der letzteren im Nierengewebe bedingt auch die Anordnung der Bakterien. Dieselben werden sich danach hauptsächlich im Rindengebiete, weniger im Marke vorfinden und namentlich die dichten Aufwickelungen kleinster arterieller Gefässe innerhalb der Glomeruli sowie die umspinnenden Capillaren besetzen. In der That machen sich auch in der vorliegenden Figur die Malpighi'schen Körperchen besonders bemerklich; die weisse Lücke im unteren Theile der Abbildung zeigt ein Vorkommniss, das sich während der Präparation häufiger ereignet: ein Glomerulus ist aus seiner Kapsel herausgefallen und nur die letztere noch zurückgeblieben. Auch einige grössere Gefässe treten hervor, während die Harnkanälchen von Bakterien völlig frei sind. Nur wenn ein Glomerulus durch den Druck der sich anhäufenden Bakterien gesprengt wird und zerplatzt, dringen die Stäbchen in den Anfang der gewundenen Harnkanälchen vor, um sich hier unter Umständen sogar reichlich zu entwickeln.

Fig. 36 führt uns einen Glomerulus bei starker Vergrösserung vor. Reiche Mengen von Bakterien in den Gefässen; die Kapsel ist etwas von der Oberfläche des Glomerulus abgehoben; die quergeschnittenen Harnkanälchen mit ihren saftreichen, gequollenen Endothelzellen enthalten keine Bacillen.

Dagegen giebt Fig. 37 ein Beispiel jener eben erwähnten Erscheinung, der Lagerung der Stäbchen innerhalb eines Harnkanälchens, in welches die Bakterien aus den geborstenen Capillaren eines Glomerulus übergetreten sind. Zweifellos ist es nun auch zu einer Vermehrung der Stäbchen an Ort und Stelle gekommen; dieselben haben ein dicht verfilztes Flechtwerk gebildet, das sich nur an den Randtheilen etwas lockert und einzelne Stäbchen erkennen lässt. Die Färbung der Kerne ist eine wenig deutliche, doch ist diese Thatsache nur auf die Art der Präparation — schwache Pikrocarminfärbung —, nicht auf besondere Eigenschaften des Gewebes, beginnenden Kernschwund etc. zurückzuführen.

Fig. 38 giebt einen Schnitt aus der Lunge einer an Impfmilzbrand gestorbenen Maus. Die Alveolen sind von Bakterien durchaus frei, und ihre Epithelbekleidung ist unverändert. Dagegen ist das Zwischengewebe von zahlreichen Stäbchen durchsetzt, welche, der Vertheilung der Blutbahnen folgend, hier auftreten.

Den unmittelbarsten Gegensatz zu diesem Bilde zeigt uns Fig. 39. Durch die genauen Beobachtungen von H. Buchner ist es festgestellt, dass man für Milzbrand empfängliche Thiere, Meerschweinchen und Mäuse, auch von der intakten Lunge aus zu inficiren vermag, wenn man dieselben Milzbrandsporen inhaliren lässt. Die Lungenalveolen sind dann mit dichten Massen von Stäbchen erfüllt, die

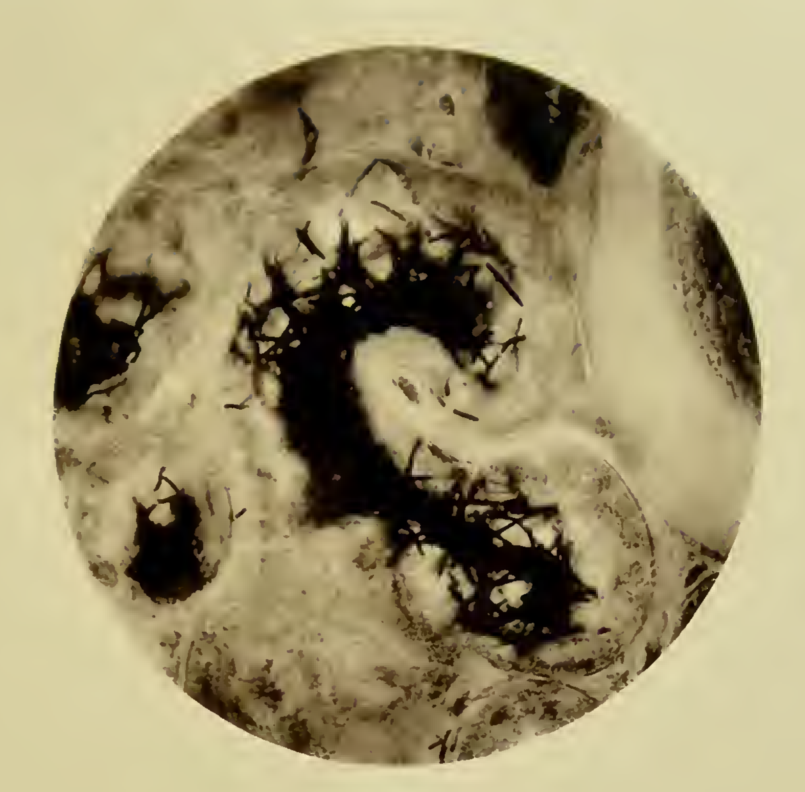


Fig. 37.

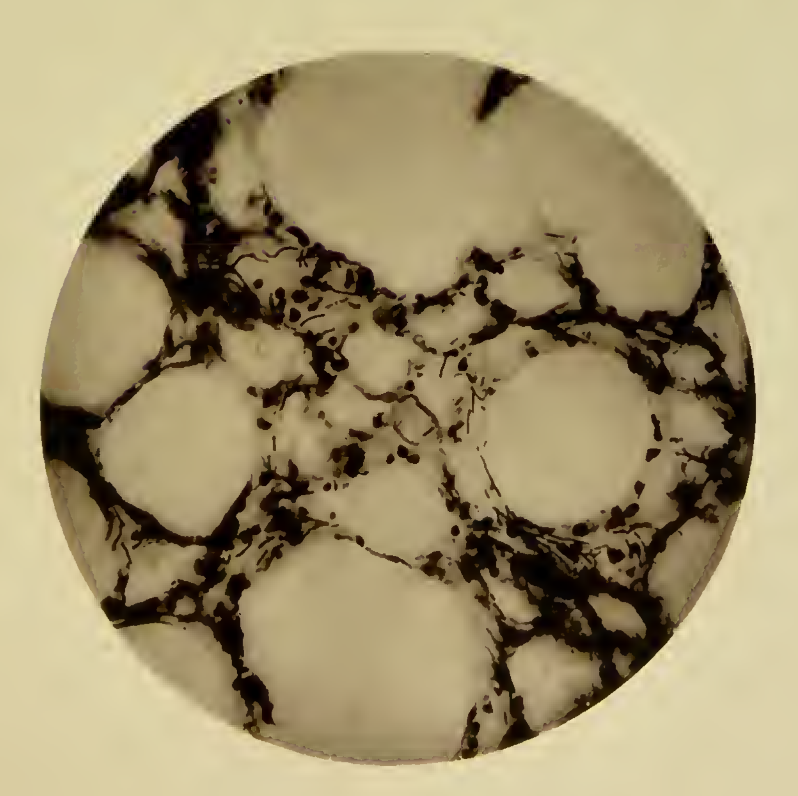
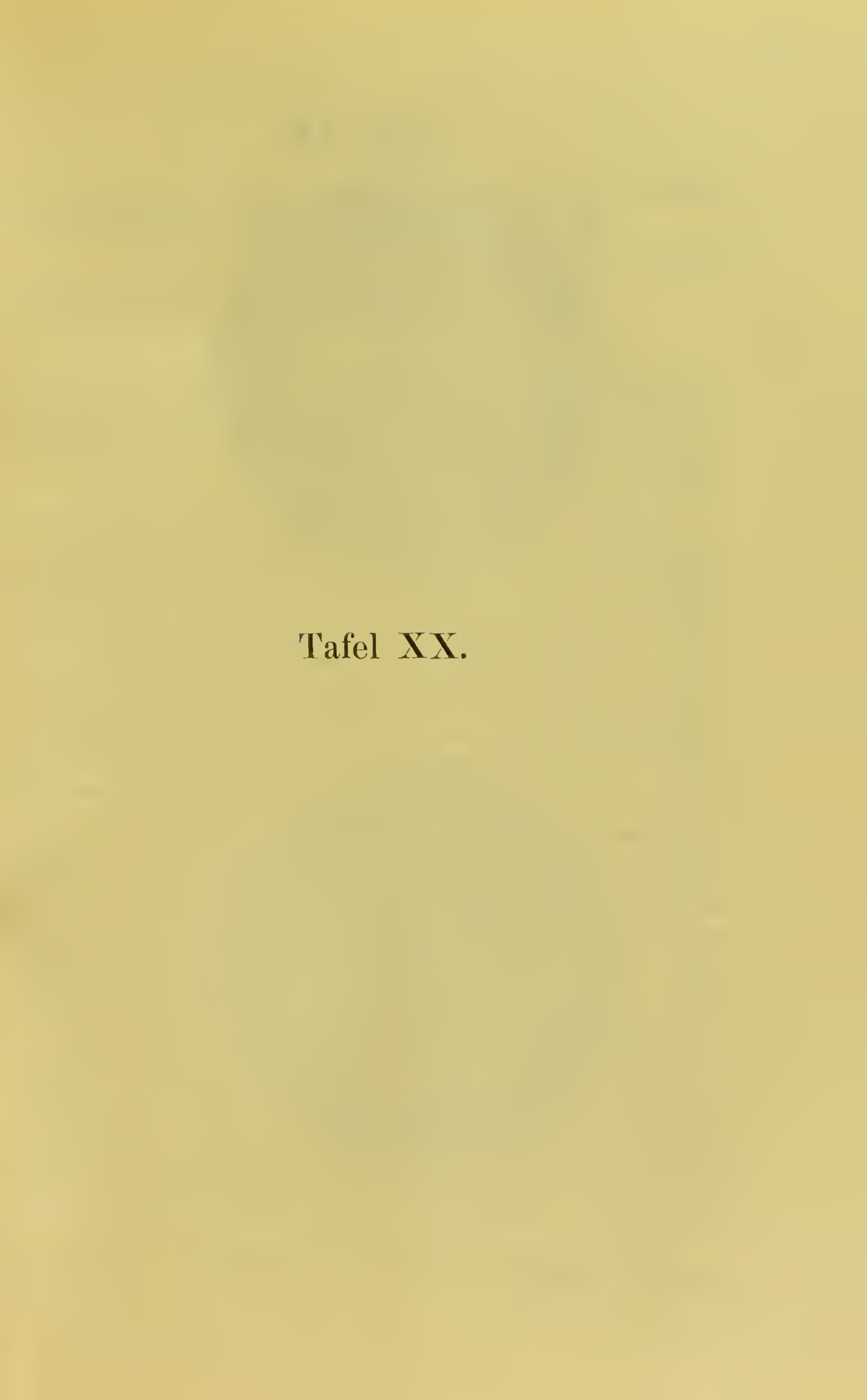


Fig. 38.



Tafel XX.

Tafel XX.

Figur 39. Milzbrandbacillen. Lunge vom Meerschwein; Inhalationsmilzbrand. Schnittpräparat*), gefärbt mit Kernschwarz und Fuchsin. Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

Figur 40. Milzbrandbacillen. Milzsaft vom Meerschwein; abgeschwächter Milzbrand (deuxième vaccin). Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 500 ×, wie Fig. 32.

---

zum Theil auch in den oberflächlichen Schichten der Alveolarwand selbst festen Fuss gefasst haben, während die eigentliche Substanz der letzteren und namentlich ihre Gefässbahnen zunächst keine Bacillen enthalten. Neben den Stäbchen erscheinen hier im Präparate in den Alveolen noch einige ausgewanderte Rundzellen, deren Kerne deutlich hervortreten.

Es ist eine durch die Untersuchungen der französischen Schule, insbesondere Pasteur's, über jeden Zweifel erhobene Thatsache, dass es möglich ist, die Milzbrandbacillen auf künstlichem Wege ihrer biologisch wichtigsten Eigenschaft, nämlich ihrer Virulenz, ihrer Infectiosität, zu berauben, dieselben abzuschwächen. Während man nun früher der Ansicht zuneigte, dass die abgeschwächten Bacillen nur durch den geringeren Grad der Giftigkeit von den virulenten unterschieden, alle übrigen Eigenschaften aber unverändert geblieben seien, haben neuerdings Flügge und seine Schüler gezeigt, dass dies nicht der Fall, dass vielmehr die künstlich abgeschwächten Culturen überhaupt die Zeichen einer gewissen Degeneration, einer Entartung des Bakterienprotoplasmas aufweisen, verminderte Wachsthumsenergie, geringere Widerstandsfähigkeit gegen desinficirende Mittel u. s. w. In dieses Gebiet gehört auch eine Erscheinung, welche man, zwar nicht regelmässig, aber doch häufig an den abgeschwächten Bakterien wahrnehmen kann. Geht ein Thier an einem Virus zu Grunde, welches eben noch den für die betreffende Thierart erforderlichen Grad der Virulenz besass, so pflegen die Milzbrandbacillen nicht, wie dies sonst der Fall ist (Fig. 31), im Blut und Gewebssaft in kurzen, höchstens 5—6 Glieder umfassenden Verbänden zu liegen, sondern sie sind zu langen, eigenthümlich gewundenen Fäden ausgewachsen (Fig. 40), dio sich unter Umständen durch mehrere Gesichtsfelder erstrecken können. Es ist dies gewiss der Ausdruck für eine herabgesetzte Wachsthumskraft, welche zu einer raschen Quertheilung und einer sofort sich anschliessenden Weiterentwickelung der einzelnen neu gebildeten Zellen nicht mehr ausreichte.

Die Thatsache der Abschwächung virulenter Culturen steht in unmittelbaren Beziehungen zu der Erscheinung der Immunität, da es bekanntlich gelingt, vorher empfängliche Thiore durch Impfung mit abgeschwächten Bakterien gegen die Infection durch vollvirulentes Material zu festigen. Die Frage, welche Vorgänge sich innerhalb des Organismus abspielen, um diese Abhängigkeit zu Stande kommen zu lassen, hat in nouester Zeit zu besonders lebhaften Erörterungen Veranlassung gegeben. Namentlich eine der vielen versuchten Erklärungon ist Gegen-

---

*) Wir verdanken dieses Präparat der Liebenswürdigkeit des Herrn Hofrath H. Kühne in Wiesbaden.

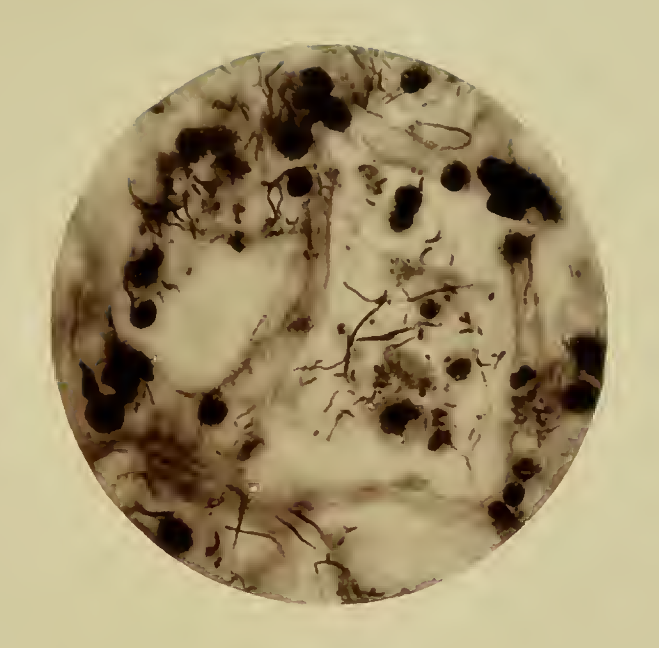


Fig. 39.



Fig 40.

Tafel XXI.

Tafel XXI.

Figur 41. Milzbrandbacillen. Lymphflüssigkeit vom Frosch; Phagocyten. Ausstrichpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode (Anilinwassergentianaviolet, Jodjodkalium, Nachfärbung mit Eosin). Vergr. 500 ×, wie Fig. 32.

Figur 42. Milzbrandbacillen. Blut vom Frosch. Ausstrichpräparat*), gefärbt nach der Gram'schen Methode (Anilinwassergentianaviolet, Jodjodkalium, keine Nachfärbung). Vergr. 500 ×, wie Fig. 32.

---

stand allgemeinster Aufmerksamkeit geworden, es ist dies die von Metschnikoff aufgestellte, sogenannte Phagocytentheorie.

Es ist hier natürlich nicht der Ort, auf diese ganze Angelegenheit näher einzugehen; es soll vielmehr nur das Aussehen derartiger Fresszellen an einem besonders charakteristischen Beispiele vorgeführt werden. Der Frosch ist unter gewöhnlichen Verhältnissen für Milzbrand unempfänglich; bringe ich ihm eine Anzahl von Milzbrandstäbchen, am besten aus einer frischen Cultur oder aus einer Milzbrandmilz, in den dorsalen Lymphsack und untersuche nach etwa 24 Stunden die Umgebung der Infectionsstelle, so finde ich regelmässig zahlreiche Zellen (Fig. 41), welche mit Milzbrandstäbchen vollgestopft sind, und an den letzteren mehr oder weniger deutliche Zeichen beginnender oder vorgeschrittener Entartung, Zerfall in Körnchen, unscharfe Umrisse u. s. w. Nur wenige Stäbchen erscheinen ausserhalb der Zellen; die Kerne der letzteren haben unter der Einwirkung des Jods bei der Gram'schen Methode den Farbstoff wieder verloren und treten deshalb nicht hervor.

Wir erwähnten soeben, dass der Frosch in der Regel der Milzbrandinfection unzugänglich sei; doch gelingt es unter bestimmten Bedingungen die Milzbrandbacillen auch im Froschkörper zur Entwickelung zu bringen und das Thier so zu Grunde zu richten. Es genügt für diesen Zweck, den Frosch bei Bruttemperatur, zwischen 35 und 37°, zu halten. Sorge ich dann für genügende Luftzufuhr und verhüte es damit, dass das Thier durch Erstickung stirbt, so beginnen die Stäbchen in der Lymphflüssigkeit auszuwachsen, allmälig in's Blut überzugehen, in die Organe einzudringen und sich so zu verbreiten. Derartige Verhältnisse zeigt Fig. 42. Zahlreiche rothe, kernhaltige Blutkörperchen, die durch das Gram'sche Verfahren entfärbt worden sind, zeigen sich im Hintergrunde als schwache Schatten, und erst bei aufmerksamer Betrachtung gelingt es, ihre Umrisse und selbst den Kern wahrzunehmen. Zwischen denselben liegen die zu langen, verschlungenen Fäden ausgewachsenen Milzbrandbacillen. Die Gliederung ist eine undeutliche, und sowohl die Entwickelung zu langen Fäden, der wir hier wieder begegnen, wie auch eine gewisse Verkümmerung im Aussehen weisen darauf hin, dass die Milzbrandbacillen sich nicht unter den besten Verhältnissen befunden haben, das Wachsthum im Froschkörper vielmehr nur ein durch künstliche Mittel ihnen mühsam auferzwungenes gewesen ist.

---

*) Wir verdanken dieses Präparat der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. J. Petruschky in Göttingen.

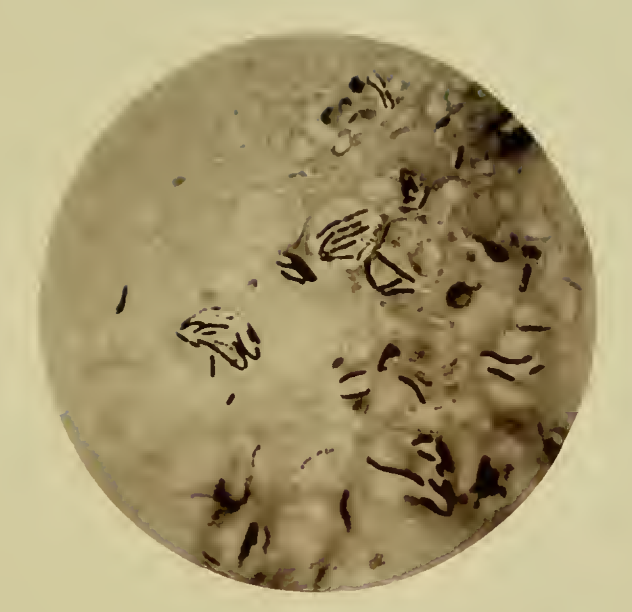


Fig. 41.

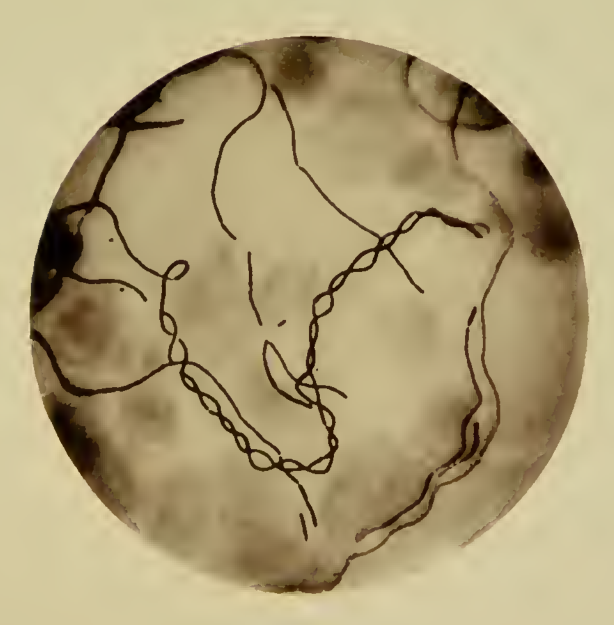


Fig. 42.

Tafel XXII.

Tafel XXII.

Figur 43. Heubacillen. Gelatinecultur; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 44. Heubacillen. Colonie auf der Gelatineplatte, 36 Stunden alt; ungefärbt. Vergr. 100 ×. Apochromat 16 mm, Projectionsocular 2. Lampenlicht, offener Condensor.

Die Lebenseigenschaften des Milzbrandbacillus haben, wie bereits erwähnt, eine besonders genaue und sorgfältige Feststellung von Seiten der hervorragendsten Forscher erfahren, und man hat an diesem Bakterium zuerst den Werth der neueren Untersuchungsmethoden für die sichere Beurtheilung und einwandsfreie Beobachtung der Mikroorganismen überhaupt kennen gelernt. In der That ist es nur mit diesen vollkommeneren Hilfsmitteln möglich gewesen, den Milzbrandbacillus endgiltig von anderen Bakterienarten zu trennen, mit denen er zwar eine entfernte äussere Aehnlichkeit besitzt, von denen er aber sonst völlig verschieden ist.

Eine der bekanntesten dieser Arten, deren Verwechselung mit dem Milzbrandbacillus zu besonders folgeschweren Irrthümern Veranlassung gegeben hat, ist der Heubacillus (Bacillus subtilis), den uns die beiden folgenden Abbildungen vorführen. Entnimmt man einer Reincultur desselben eine Spur, streicht dieselbe auf dem Deckglase aus und färbt sie nun in der gewöhnlichen Weise, so bemerkt man alsbald (Fig. 43), dass schon die äussere Form, das morphologische Verhalten des Heubacillus ein anderes als das des Milzbrandbacillus ist. Die einzelnen Stäbchen sind etwas schmaler und länger, die Endstücke abgerundet oder leicht zugespitzt, Dinge, die im Einzelnen nur von anscheinend geringer Bedeutung sind, aber im Ganzen doch genügen, um die beiden Arten auch im gefärbten Präparate von einander zu differenziren.

Dazu kommt als weiteres, sehr wesentliches Unterscheidungsmerkmal das Wachsthum der Culturen auf festen Nährböden, von denen das Aussehen der Gelatineplatte hier (Fig. 44) als Beispiel gezeigt werden mag. Der Heubacillus erweicht die Gelatine besonders rasch und in weitem Umfange; schon bei den kleineren Colonien sinkt die Mitte als dichtere, zusammengeballte Masse auf den Grund des verflüssigten Bezirks, während der Rand eine ausserordentlich bezeichnende und für den Heubacillus geradezu charakteristische Gestalt annimmt. Wie ein starrender Lanzenwald rücken hier die Bacillen gegen den noch festen Theil der Gelatine zum Angriffe vor, und da dies nach allen Seiten hin gleichmässig und mit derselben Schnelligkeit erfolgt, so umgiebt sich die Colonie mit einem kreis- oder ringförmigen Strahlenkranz, dessen Zusammenfügung aus einzelnen Mikroorganismen schon bei Betrachtung mit schwächerer Vergrösserung deutlich genug hervortritt.

Eine andere Bakterienart, deren Unterscheidung vom Milzbrandbacillus der Forschung zuerst gleichfalls gewisse Schwierigkeiten bereitet hat, ist der von Koch so genannte Bacillus des malignen Oedems. Die Keime dieses Mikroorganismus sind in der Natur sehr verbreitet und fehlen beispielsweise



Fig. 43.

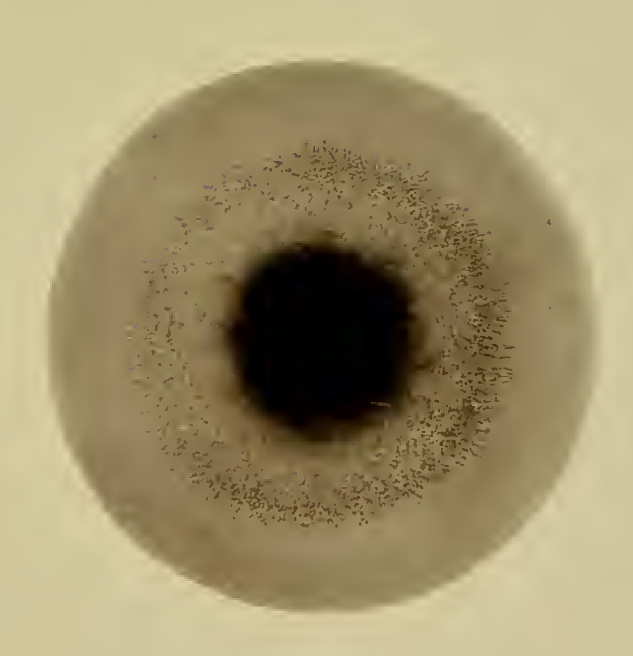


Fig. 44.

Tafel XXIII.

Tafel XXIII.

Figur 45. Bacillen des malignen Oedems. Gewebssaft vom Meerschweinchen, nach Infection mit Gartenerde; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 46. Bacillen des malignen Oedems. Gewebssaft vom Meerschweinchen, nach Infection mit einer Bouilloncultur; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

---

in Proben aus frisch gedüngter Gartenerde nur selten. Es genügt, eine Messerspitze dieses Materials einem Meerschweinchen unter die Bauchhaut zu schieben und so in das subcutane Zellgewebe einzubringen, um das Thier nach etwa 24 Stunden an den Folgen des Eingriffs zu Grunde gehen zu sehen. Das Unterhautzellgewebe und die oberflächliche Musculatur in weiterer Umgebung der Infectionsstelle sind stark geröthet und ödematös infiltrirt, die abhängigen Theile zeigen ziemlich reichliche Mengen einer schmutzigrothen, serösen Flüssigkeit.

Fertigt man von dieser letzteren oder unmittelbar von dem ödematös durchtränkten Gewebe selbst ein Deckglaspräparat an und färbt dasselbe in der gewöhnlichen Weise, so bemerkt man (Fig. 45) neben den Blutelementen viele stäbchenförmige Bakterien, meist zu langen Fäden miteinander vereinigt, die sich häufig durch das ganze Gesichtsfeld hinziehen und oft in eigenthümlicher Weise bogig gekrümmt sind. Abgesehen von dieser Anordnung in ausgedehnten Verbänden, die beim Milzbrandbacillus im Blutpräparat bekanntlich nur ganz ausnahmsweise (Fig. 40) vorkommt, unterscheiden sich die Oedembacillen von denen des Milzbrands auch schon äusserlich durch die Form ihrer Enden, die deutlich zugespitzt sind, so das die Lücken an denjenigen Stellen, wo zwei Stäbchen zusammenstossen, eine ganz andere Gestalt annehmen, als wir dies beim Bac. anthracis (Fig. 31) kennen gelernt haben.

Wählen wir als Ausgangsmaterial für die Infektion mit malignem Oedem nicht die vorhin erwähnte Gartenerde, sondern eine Reincultur der Bacillen in Gelatine oder Bouillon und injiciren beispielsweise von der letzteren einem Meerschweinchen $^1/_4$ ccm unter die Bauchhaut, so stirbt das Thier wieder nach etwa 24 Stunden, und wir erhalten bei der mikroskopischen Untersuchung ein in seinen Grundzügen dem vorigen sehr ähnliches Bild (Fig. 46), das sich nur durch die massenhafte Ansammlung der Bakterien sowohl wie der Blutelemente auszeichnet. Die ersteren sind auch hier vielfach zu langen, gebogenen Fäden ausgewachsen; unter den letzteren treten die mehrkernigen, sowie die mit einem gelappten Kerne versehenen weissen Blutkörperchen besonders deutlich hervor, während Fig. 45 uns den Typus eines Leucocyten mit einem grossen, unveränderten, inmitten des mächtigen Protoplasmaleibes liegenden Kerne vorführte.

Der Bacillus des malignen Oedems besitzt eine deutlich ausgesprochene Eigenbewegung, und es war daher von vornherein anzunehmen, dass er auch über die zur Ausübung dieser Fähigkeit nothwendigen Organe, nämlich über Geisselfäden, verfüge. Doch war es bis vor kurzer Zeit, wie bei so vielen anderen



Fig. 45

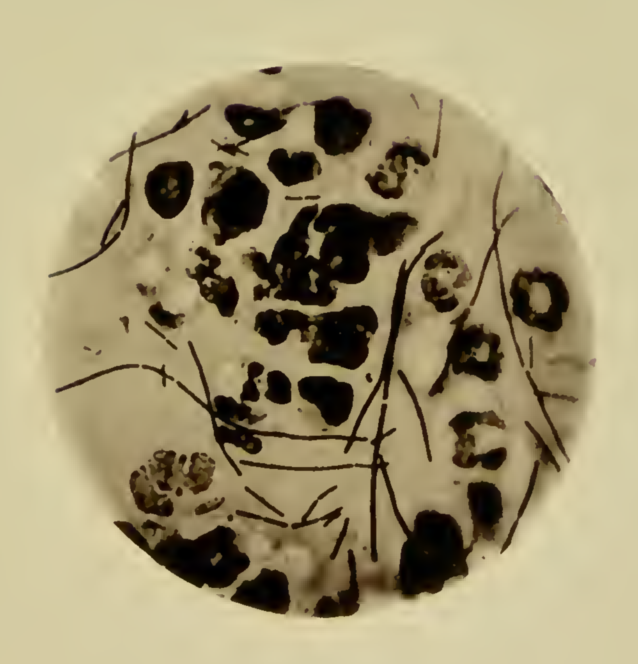


Fig. 46.

Tafel XXIV.

Tafel XXIV.

Figur 47. Bacillen des malignen Oedems. Geisseltragende Stäbchen aus einer Gelatinecultur; Deckglaspräparat, gefärbt mit Ferrotannatlösung und alkalischem Anilinfuchsin nach Löffler. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 48. Bacillen des malignen Oedems. Sporenbildung. Agarcultur; Deckglaspräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Bakterien, bei denen man das gleiche Verhalten voraussetzen musste, z. B. den Typhusbacillen, den Cholerabakterien u. s. w., auch bei den Oedembacillen nicht geglückt, derartige Fortsätze wirklich wahrzunehmen, und man konnte auf ihr Vorhandensein nur mit grosser Wahrscheinlichkeit aus Analogie mit sonstigen Beobachtungen schliessen.

Erst mit Hilfe eines ganz neuerdings von Löffler für die Färbung von Geisseln angegebenen besonderen Verfahrens vermag man auch bei den Oedembacillen die Cilien zur Darstellung zu bringen. Dieselben zeichnen sich aber durch eine sehr eigenthümliche Gestalt und Anordnung aus. Während nämlich die Fortbewegungsorgane sonst stets den beiden Enden der betreffenden Bakterien als feinste Anhängsel aufsitzen, scheinen dieselben hier (Fig. 47) an den Seiten der einzelnen Stäbchen zu haften, und zwar in ziemlich erheblicher Anzahl. Ohne Schwierigkeiten sieht man, wie jederseits 4—5 der ausserordentlich zierlichen, gewundenen Gebilde von der Peripherie des Bacillus ausgehen und kann diesem Bilde gegenüber wohl kaum noch im Zweifel bleiben, dass die natürlichen Verhältnisse sich thatsächlich in der eben beschriebenen Weise gestalten. Auch beim Typhusbacillus lassen sich, wie vielleicht schon an dieser Stelle erwähnt sein darf, mit Hilfe der Löffler'schen Färbung Geisseln nachweisen, deren Anordnung durchaus mit der beim Oedembacillus gezeigten übereinstimmt. Löffler selbst hat beim Typhus- und Kartoffelbacillus wohl die gleichen Gebilde vor Augen gehabt und beschreibt dieselben auch des genaueren, ohne jedoch für ihren Charakter als Geisselfäden einzutreten.

Die folgende Abbildung (Fig. 48) zeigt uns die Art der Sporenbildung bei dem Bacillus des malignen Oedems in ihren verschiedenen Stadien. Man bemerkt den Beginn derselben, angedeutet durch eine leichte Körnung des protoplasmatischen Bakterienleibes, dann das Auftreten der fertigen mittelständigen Sporen, die sich als eiförmige, dem Eindringen des Farbstoffs unzugängliche Körper darstellen, und endlich auch zahlreiche freie Sporen, die nur noch von einem sehr zarten Saum färbbarer Zellsubstanz umgeben sind.

Fig. 52 führt uns eine besondere Weise der Sporenbildung vor, die sich gerade bei anaëroben Bakterien zuweilen findet, die wir bisher aber nicht in einer Abbildung vorzuführen Gelegenheit hatten.

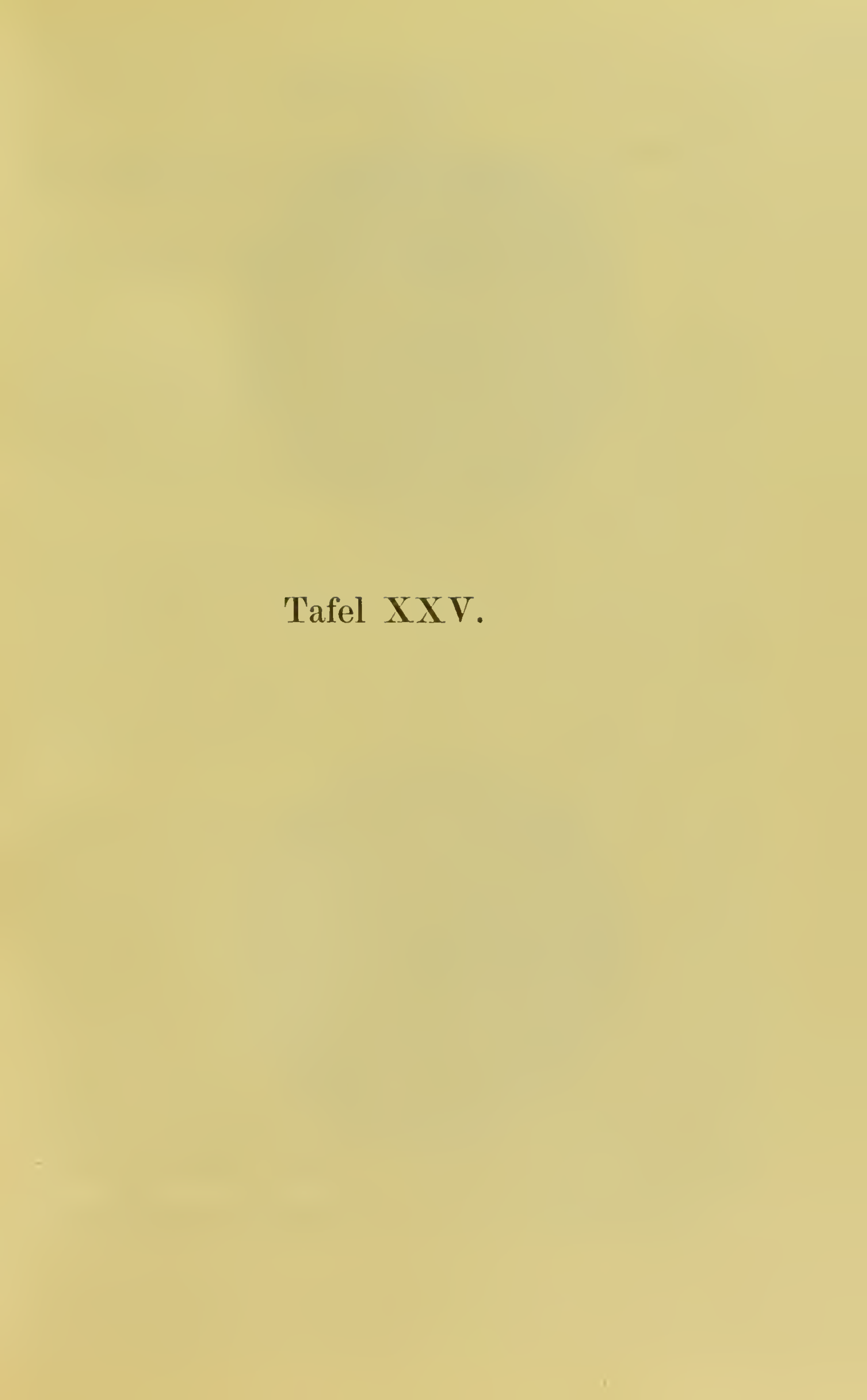
In einer Cultur aus dem Gewebssaft eines an malignem Oedem gestorbenen Thieres hatte sich neben dem Bacillus des malignen Oedems auch eine andere anaërobe Bakterienart entwickelt, die bei der mikroskopischen Untersuchung



Fig. 47.



Fig. 48.



Tafel XXV.

Tafel XXV.

Figur 49. Clostridiumartige Sporen bei einem anaëroben Bakterium. Agarcultur, Deckglaspräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 50. Tetanusbacillen. Sporentragende Stäbchen aus einer Agarcultur; Deckglaspräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

---

zahlreiche an die Clostridiumform erinnernde Zellen erkennen liess. Die betreffenden Stäbchen schwellen bei dieser Art der Sporulation spindelförmig oder „weberschiffchenähnlich“ an, der protoplasmatische Inhalt wird körnig und scheidet sich dann in zwei Theile, von denen derjenige, der später zur Spore wird, zunächst der Färbung besonders leicht zugänglich ist. Weiterhin kehrt sich dieses Verhältniss geradezu um, und die ausgebildete eiförmige Spore nimmt nun als helle, von der Tinction fast unberührte Lücke im Innern der Zelle, etwas dem einen Pol derselben genähert, Platz.

Der Bacillus des malignen Oedoms gehört zu den streng anaëroben Arten und kann daher nur im luftleeren oder doch sauerstofffreien Raume künstlich gezüchtet werden. Dies hat, namentlich bei Benutzung fester Nährböden, seine nicht unerheblichen Schwierigkeiten und erfordert die Anwendung ganz besonderer, gerade für diesen Zweck angegebener Methoden. Eines der einfachsten und für die weitaus meisten Fälle doch durchaus genügendes Verfahren, welches zuerst von Liborius in systematischer Weise verwerthet worden ist, ist die Cultur der anaëroben Bakterien in „hohen Schichten fester Nährböden“, bei denen das Substrat selbst als Schutz gegen das Eindringen des Sauerstoffs der Luft benutzt wird.

In derartigen Culturen entwickeln sich streng anaërobe Arten nur bis zu einer gewissen Höhenmarke, welche die Grenze der Einwirkung des Luftsauerstoffs anzeigt. Fig. 51 führt uns eine 24 Stunden alte Cultur der Oedembacillen in Agar vor; dasselbe ist bis etwa 1 cm unterhalb der freien Oberfläche mit kleinsten punktförmigen Colonien völlig durchsetzt, die bereits nicht unerhebliche Mengen von Gas erzeugt haben, welches den Nährboden an zahlreichen Stellen auseinandergedrängt und zerrissen hat. Die hier abgebildete Cultur lässt dann noch eine weitere interessante Thatsache erkennen. Das als Nährstoff benutzte Agar war vorher mit einigen Tropfen einer Lakmuslösung blau gefärbt worden; in der ganzen Partie nun, über welche sich das Wachsthum der Oedembacillen erstreckt hat, ist die Lakmusfarbe durchaus verschwunden, während sie in den oberen bakterienfreien Schichten erhalten ist, ein Beweis für die sehr starke Reductionswirkung der Oedembacillen. Dieselben haben diese Fähigkeit nach den Untersuchungen von Behring, der die Verwendung der Lakmuslösung als Indicator für etwa vorhandene Reductionsvorgänge in dieser Weise zuerst vorgenommen hat, mit der grossen Mehrzahl aller anaëroben Mikroorganismen gemein.

Fig. 52 zeigt uns eine 6 Tage alte, durch Vertheilung des Impfstoffs in hohen



Fig. 49.



Fig. 50.

Tafel XXVI.

Tafel XXVI.

Figur 51. Bacillen des malignen Oedems. Reincultur, 24 Stunden bei Bluttemperatur, nach Vertheilung des Impfstoffs in hoher Schicht lakmusgefärbten Nähragars; ungefärbt. Natürliche Grösse. Zerstreutes Tageslicht.

Figur 52. Bacillen des malignen Oedems. Reincultur, nach Vertheilung des Impfstoffs in hoher Traubenzuckergelatine; ungefärbt. Natürliche Grösse. Zerstreutes Tageslicht.

Figur 53. Tetanusbacillen. Reincultur, 4 Tage alt, nach Vertheilung des Impfstoffs in hoher Traubenzuckergelatine. Natürliche Grösse, wie Fig. 52.

Schichten des festen Nährbodens erhaltene Reincultur des Oedembacillus in Traubenzuckergelatine. Man bemerkt, dass der Oedembacillus die Gelatine ziemlich stark verflüssigt unter gleichzeitiger Production von Gas, das sich in kleinen Blasen innerhalb der gebildeten Verflüssigungskugeln angesammelt hat. Jede der letzteren entspricht einer Colonie, die dann mit zunehmendem Wachsthum allmälig in die benachbarten übergehen und mit denselben verfliessen.

Nachdem wir hiermit einen Vertreter der anaëroben Bakterienarten des genaueren kennen gelernt haben, wird es zweckmässig sein, gleich an dieser Stelle auch noch einige andere in die nämliche Gruppe gehörige Mikroorganismen abzuhandeln.

Durch die Untersuchungen von Nicolaier war der Nachweis erbracht worden, dass sich in den oberflächlichen Schichten der Gartenerde neben den Oedembacillen häufig auch noch die Keime einer besonderen Bakterienart vorfinden, welche bei Mäusen tetanische Erscheinungen hervorruft. Carle und Rattone, namentlich aber Rosenbach zeigten dann, dass auch der beim Menschen vorkommende Tetanus, der sogenannte Tetanus traumaticus, eine experimentell übertragbare Infectionskrankheit sei, die bei Mäusen den eben erwähnten gleiche Symptome veranlasste. Der endgiltige Beweis jedoch, dass die unter so verschiedenen Verhältnissen beobachteten Bakterien miteinander identisch seien, sowie alle weiteren Aufschlüsse über den vermutheten und vermeintlichen Tetanuserreger scheiterten an der Thatsache, dass die künstliche Cultur dieser Bakterienart auf erhebliche Schwierigkeiten stiess. Dass sie zu den streng anaëroben gehöre, war freilich unzweifelhaft; aber trotz aller aufgewendeten Mühe wollte es nicht gelingen, unter den verschiedenen anaëroben Arten, die in allen Fällen von Tetanus regelmässig nebeneinander auftraten, diejenige, auf welche die Forschung von vornherein ihr Hauptaugenmerk gerichtet hatte und die sich durch eine sehr auffallende, endständige Sporenbildung auszeichnete, mit Sicherheit zu isoliren.

Erst neuestens ist es Kitasato geglückt, durch eine geschickte Handhabung der Culturmethoden dieser Schwierigkeiten Herr zu werden, den eigentlichen Tetanusbacillus rein zu züchten und seine specifische Bedeutung durch gelungene Uebertragungen endgiltig sicher zu stellen.

Der Bacillus des Wundstarrkrampfs ist danach ein schlankes, mittelgrosses,



Fig. 51.



Fig. 52.

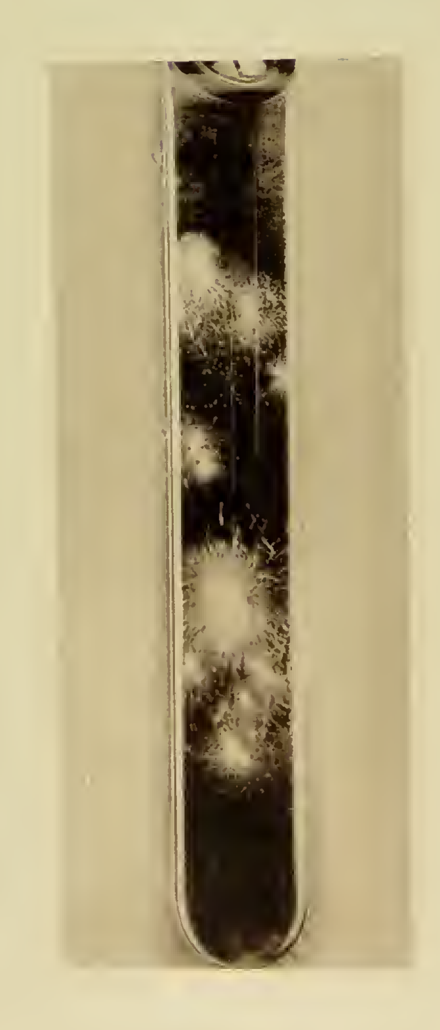


Fig. 53.

Tafel XXVII.

Tafel XXVII.

Figur 54. Tetanusbacillen. Colonie im Reagensglase. Hohe Cultur in Traubenzuckergelatine, 5 Tage alt; ungefärbt. Vergr. 100×. Apochromat 16 mm, Projectionsocular 2. Sonnenlicht, offener Condensor.

Figur 55. Tetanusbacillen. Stichcultur in hoher Traubenzuckergelatine, 6 Tage alt; ungefärbt. Natürliche Grösse. Zerstreutes Tageslicht. Wie Fig. 52.

„borstenähnliches" Stäbchen mit deutlicher Eigenbewegung, das in künstlichen Culturen bei höherer Temperatur schon sehr frühzeitig, nach etwa 20 Stunden, endständige Sporen (Fig. 50) treibt, welche den Zellen die bekannte Notenoder Trommelschlägerform (Fig. 20) in besonders ausgesprochener Weise verleihen.

Legt man Culturen des Tetanusbacillus in hoch geschichteter Nährgelatine an (Fig. 53), so bemerkt man bald in den unteren, sauerstofffreien Theilen des Nährbodens das Auftreten der sehr charakteristischen Colonien. Dieselben zeigen eine dichte, fest zusammengeballte Mitte, während der Rand sich in zahllose feinste Fäserchen auflöst, die nach allen Seiten hin ziehen und der Colonie ein distelartiges Aussehen geben. Die Gelatine wird langsam verflüssigt; zur Bildung von Gasblasen kommt es in Gelatineculturen in der Regel nicht.

Bei der Untersuchung mit schwacher Vergrösserung erscheinen diese im Reagensglase zur Entwickelung gelangten Colonien (Fig. 54) als strahlige Massen von ganz eigenthümlicher Anordnung. Im Centrum ein regelloses Knäuel verwickelter Fäden, die sich vielfach zu wunderlichen Schlingen verbiegen und untereinander verfilzen; nach der Peripherie hin eine allmälig fortschreitende Entwirrung und Sichtung in einzelne Fortsätze, die gleichmässig von dem Mittelpunkte ausstrahlen und in parallelen Zügen in's Weite streben. Zwischen denselben sieht man auf dem Photogramm hier und da kleine, schwarze Punkte, die durch feinste Trübungen des Nährbodens hervorgerufen sind.

Hatten wir soeben (Fig. 53) eine Cultur vor uns, die durch Vertheilung des Impfstoffs in der flüssigen, später erstarrenden Gelatine entstanden war, so macht uns Fig. 55 mit einem typischen Impfstich, einer Stichcultur des Tetanusbacillus bekannt. Die höheren Schichten der Gelatine sind auch hier unfruchtbar geblieben; erst einige Centimeter unter der Oberfläche beginnt das Wachsthum vom Stichcanal seinen Ausgang zu nehmen und sich je weiter nach abwärts um so vollkommener zu gestalten. Die Randtheile zeigen wieder jene bemerkenswerthe Auffaserung, der wir bei der Betrachtung der Colonie vorhin begegneten. Die Cultur erinnert deshalb ein wenig an diejenige der Milzbrandbacillen in Gelatine (Fig. 30), nur dass das Bild hier ein noch ausgesprocheneres ist und entschiedene Aehnlichkeit mit dem Aussehen eines Tannenbaums bietet. Später, sobald die Verflüssigung des Nährbodens erheblicheren Umfang gewinnt, geht das charakteristische Verhalten in der allgemeinen Auflösung verloren.

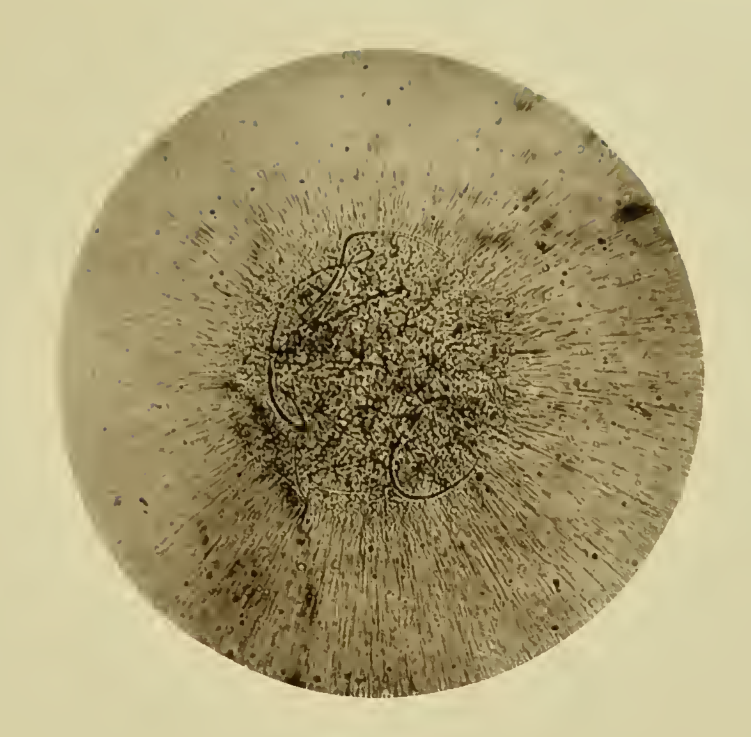


Fig. 54.



Fig. 55.

Tafel XXVIII.

Tafel XXVIII.

Figur 56. Rauschbrandbacillen. Sporentragende Stäbchen aus einer Agarcultur; Deckglaspräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 57. Rauschbrandbacillen. Reincultur, 4 Tage alt, nach Vertheilung des Impfstoffs in hoher Traubenzuckergelatine; ungefärbt. Natürliche Grösse, wie Fig. 52.

Eine dritte, nach vielen Richtungen hin interessante, anaërobe Bakterienart ist der Bacillus des Rauschbrands, des charbon symptomatique der Franzosen. Lange Zeit wurde diese in manchen Gegenden recht häufig auftretende Affection des Rindviehs mit dem Milzbrand zusammengeworfen, bis Feser und namentlich Bollinger augenfällige Unterschiede im Krankheitsverlauf und den Erscheinungen hervorhoben, besonders auf die emphysematösen, mit Gasblasen durchsetzten, daher „rauschenden" Anschwellungen des Unterhautzellgewebes hinwiesen und so Milzbrand und Rauschbrand endgültig von einander trennten. Beide Forscher bemerkten auch schon das regelmässige Vorkommen eigenthümlich kolbenförmiger Stäbchen innerhalb der ergriffenen Theile und sprachen dieselben als die muthmasslichen Erreger der Affection an.

Näheren Aufschluss über den Rauschbrandbacillus brachten die gemeinschaftlichen Untersuchungen von Arloing, Cornevin und Thomas, welche das Bakterium in flüssigen Substraten züchteten, mit Erfolg von hier auf Thiere übertrugen und so seine specifische Bedeutung darthaten. Endlich gelang es Kitasato, auch auf unseren festen Nährböden, in Traubenzuckergelatine oder Agar Culturen zu erzielen und der Forschung damit jene letzte und sicherste Grundlage zu geben, auf welcher allein weiter gebaut werden kann.

Der Rauschbrandbacillus ist ein kurzes, dickes, plumpes Stäbchen mit mässig lebhafter Eigenbewegung. Es bildet endogene, ovale Sporen (Fig. 56), welche bei der einfachen Färbung als hellglänzende, ungefärbte Lücken bestehen bleiben, übrigens aber der specifischen Doppelfärbung zugänglich sind. Die Lage der Früchte ist gewöhnlich eine mittelständige, wie man an ganz kurzen Gliedern zu erkennen vermag; doch rückt die Spore zuweilen auch etwas nach dem einen Ende des Bacillus hin, und in der Regel pflegt dieses dann in mehr oder minder ausgesprochenem Maasse anzuschwellen, so dass die Mikroorganismen eine trommelschlägerähnliche, kolbenförmige Gestalt erhalten. In manchen Fällen, wie z. B. an den beiden gerade im Centrum des Gesichtsfeldes befindlichen Bacillen tritt diese Auftreibung nur wenig oder gar nicht hervor, und von jener typischen Form der sporentragenden Stäbchen, wie wir sie beim Tetanusbacillus kennen gelernt haben, ist hier sicher nicht die Rede.

Der nicht zur Fruchtbildung verwendete Rest der Zelle geht nach und nach verloren, er verschwindet, und die freien Sporen zeigen sich dann nur noch von einem feinen Saum färbbaren Protoplasmas umgeben. Innerhalb des leben-

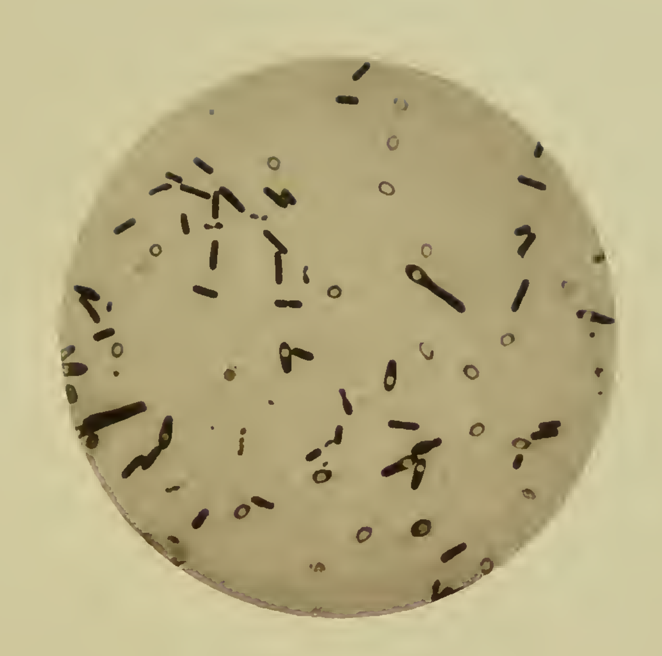


Fig. 56.

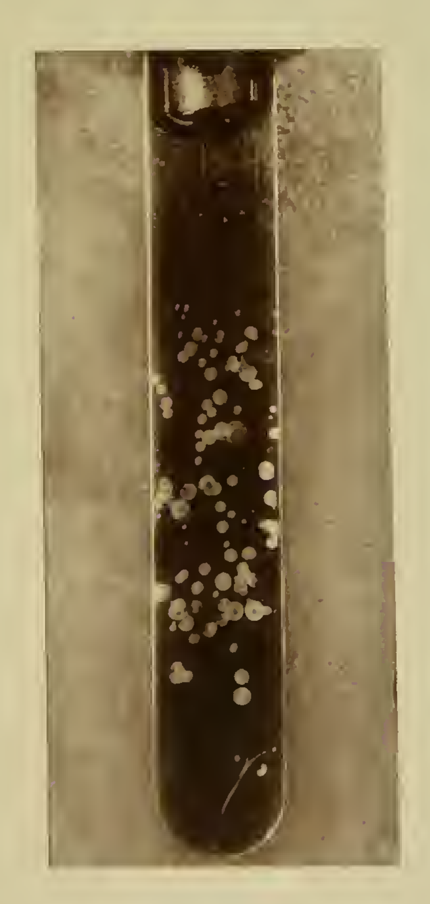


Fig. 57.

Tafel XXIX.

Tafel XXIX.

Figur 58. Rauschbrandbacillen. Involutionsformen aus einer Bouilloncultur; Deckglaspräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 59. Tuberkelbacillen. Sputum eines Phthisikers; Deckglaspräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin, entfärbt mit verdünnter Salpetersäure, nachgefärbt mit Methylenblau. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

---

den Thieres kommt es nach den Untersuchungen von Kitasato nicht zur Fructification; dagegen beginnt dieselbe bald nach dem Tode im uneröffneten Cadaver, und ferner wird sie in den künstlichen, bei Brüttemperatur gehaltenen Culturen beobachtet, deren einer auch das vorliegende Präparat entstammt.

Sehr auffallend ist die ausgesprochene Neigung des Rauschbrandbacillus zur Bildung von Involutionsformen. Wo man ihm auch begegnen mag, im Gewebssaft der Thiere, in Bouillon, Gelatine oder Agar, fast stets trifft man zahlreiche, wunderlich verzerrte Misswüchse, degenerirte Zellen an, deren verkrüppelte Gestalt kaum noch eine Spur von Aehnlichkeit mit den typischen, vorschriftsmässigen Gliedern besitzt, wie wir sie soeben vor uns hatten. Namentlich häufig bemerkt man (Fig. 58) in der Mitte stark aufgetriebene Stäbchen, die nach einem oder beiden Enden spitz zulaufen.

Auf den ersten Blick könnte man glauben, man habe es hier mit sporentragenden Stäbchen zu thun; aber schon der Umstand, dass die Färbung von dem ganzen Element unterschiedslos angenommen wird, spricht gegen diese Auffassung, und ein einfacher Versuch lehrt dann, dass den so geformten Bakterien ein irgendwie höheres Widerstandsvermögen nicht zukommt, dass es sich also nicht um Sporen, sondern um krankhafte Abweichungen von dem normalen Aeussern handelt.

In hohen Schichten zuckerhaltiger Gelatine wächst der Rauschbrandbacillus in der für die anaëroben Bakterien charakteristischen Weise: die oberen Theile des Nährbodens bleiben frei, in den unteren dagegen entwickelt sich die Cultur (Fig. 57) ohne Schwierigkeiten. Die einzelnen Colonien verflüssigen die Gelatine ziemlich rasch und erscheinen anfänglich als kleine, völlig runde Kugeln, die schnell an Umfang gewinnen und dann vielfach zusammenfliessen. An den grösseren bemerkt man eine Art von concentrischer Anordnung, indem sich abwechselnd durchsichtige und trübe Zonen ringförmig umeinander legen.

In der Gelatine und bei gewöhnlicher Temperatur gedeiht der Rauschbrandbacillus wie der Tetanusbacillus erheblich langsamer als bei Brutwärme, also in Agar oder Bouillon. Auch die Gasproduction ist im ersteren Falle eine sehr viel beschränktere; man sieht hier zwar am Grunde der Cultur einen feinen Riss im Nährboden, der durch angesammeltes Gas verursacht ist, aber erst bei der Beobachtung von Agarculturen, bei denen zuweilen im Laufe von 24 Stunden die Hälfte des Substrats mit dem Wattepfropfen aus dem Reagensglase herausgeschleudert wird, erhält man eine Vorstellung von dem Umfange und der Energie der Gasbildung, welche diesen Bakterien eigenthümlich ist.



Fig. 58.

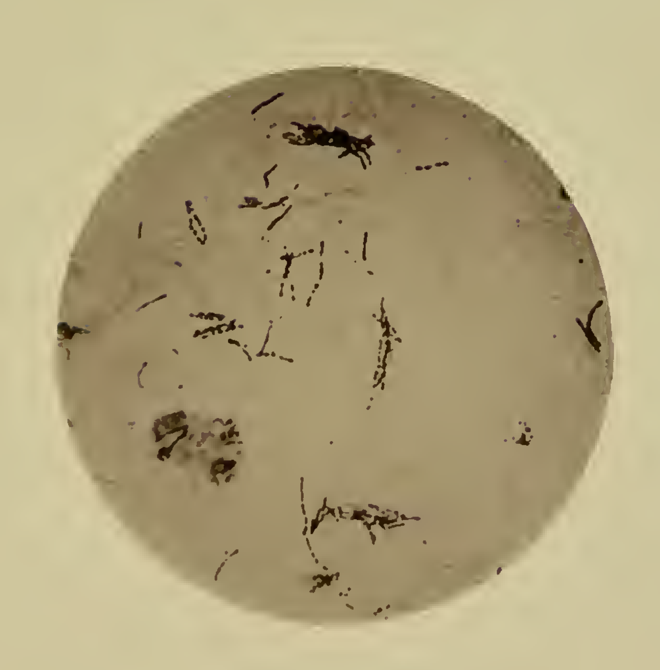


Fig. 59.

Tafel XXX.

Tafel XXX.

Figur 60. Tuberkelbacillen. Sputum eines Phthisikers; Deckglaspräparat, gefärbt wie 59. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 61. Tuberkelbacillen. Colonie auf erstarrtem Blutserum, 14 Tage alt; Klatschpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin, entfärbt mit verdünnter Salpetersäure. Vergr. 100 ×. Apochromat 16 mm, Projectionsocular 2.

Wir verlassen jetzt die anaëroben Mikroorganismen und wenden uns einem Bakterium zu, das mit Fug und Recht als das wichtigste unter allen bisher bekannten bezeichnet werden kann und deshalb eine besonders eingehende Behandlung verdient, nämlich dem von Koch entdeckten Tuberkelbacillus. Die beiden folgenden Photogramme (Fig. 59 und 60) zeigen uns nach der bekannten „specifischen" Methode gefärbte Präparate von jenem Material, welches die regelmässigste und reichhaltigste Fundgrube des Tuberkelbacillus zu sein pflegt, dem Auswurf phthisischer Kranker. Einzeln oder in dichten Haufen treten die schlanken, ausserordentlich zarten, an den Enden abgerundeten Stäbchen, die meist etwas über die Länge gekrümmt sind, dem Beschauer entgegen. Zuweilen fügen sich mehrere Glieder, wie in dem unteren Theile des Gesichtsfeldes (Fig. 59), zu einem kleinen Verbande, einem kurzen Faden zusammen, meist aber sind die Bacillen isolirt und durch merkliche Zwischenräume von einander getrennt.

Besonders häufig erscheinen gerade in Sputumpräparaten im Innern der Stäbchen eigenthümliche helle Lücken, die z. B. in Fig. 59 mit seltener Deutlichkeit zur Anschauung kommen. Ueber die Natur dieser Gebilde ist man noch nicht ganz im Klaren. Anfänglich hielt man dieselben für Sporen, die sich hier wie bei den übrigen Mikroorganismen der Färbung entzögen. Man glaubte sich um so eher zu dieser Auffassung berechtigt, als man die Erfahrung machte, dass die Tuberkelbacillen sich in der That meist durch ein aussergewöhnliches Widerstandsvermögen gegen äussere Angriffe auszeichnen und beispielsweise weder der Säure des Magensaftes, noch der Einwirkung des Austrocknens oder der Fäulniss zu erliegen pflegen. Ein derartiges Verhalten meinte man nur aus der Anwesenheit von besonderen Dauerformen erklären zu können und sprach in Folge dessen die hellen Flecke in den Bacillen als solche an. Aber einmal müsste dann, im Gegensatze zu allen sonstigen Beobachtungen, ein einzelnes Glied unter Umständen mehrere Sporen tragen, da häufig eine ganze Anzahl von ungefärbten Stellen in den Stäbchen hervortritt; die Anordnung der Lücken ist ferner keineswegs eine so gleichmässige und bestimmte, wie wir sie bei den Sporen zu sehen gewohnt sind; ihre Gestalt ist keine ovale, sondern die hellen Theile heben sich eher umgekehrt mit eingezogenen Rändern von der gefärbten Umgebung ab, die ihrerseits eiförmig, mit rundlichem Contour erscheint; die Färbung, welche die Lücken nicht annehmen, ist dieselbe, welche sonst gerade die Sporen tingirt; die mit den vermeintlichen Dauerformen versehenen Stäbchen sind gegen den Einfluss der Hitze nicht resistenter als andere, bei welchen die „Sporen" vermisst werden; auch „ungekörnte" Bacillen besitzen jene vorhin erwähnte Widerstandskraft gegen

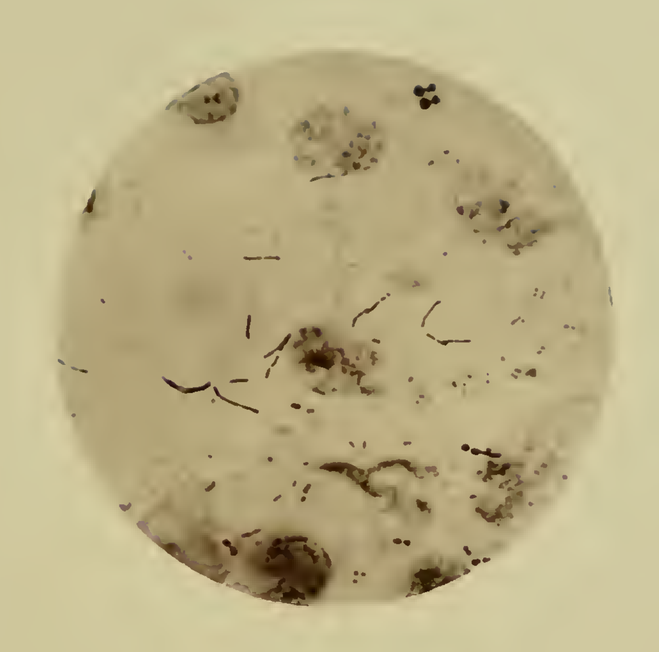


Fig. 60.

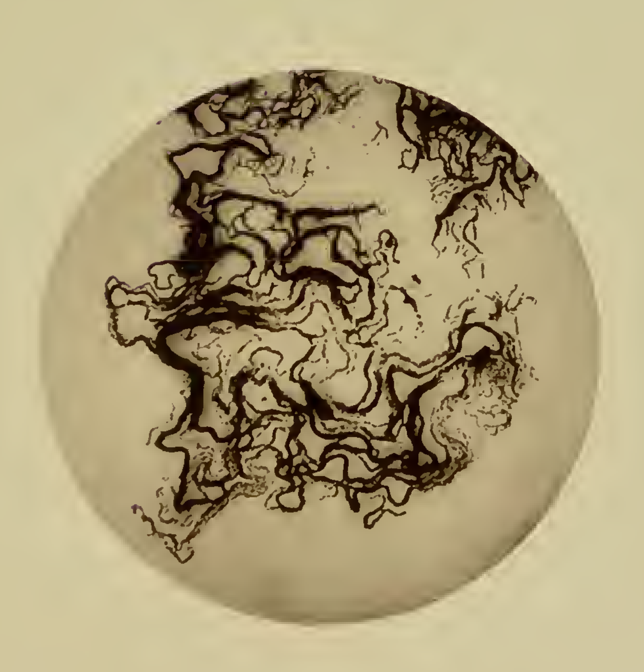


Fig. 61.

Tafel XXXI.

Tafel XXXI.

Figur 62. Tuberkelbacillen. Colonie auf erstarrtem Blutserum; Klatschpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin, entfärbt mit verdünnter Salpetersäure. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 63. Tuberkelbacillen. Reincultur auf Glycerinagar, 4 Wochen alt; ungefärbt. Natürliche Grösse, Sonnenlicht.

---

gewisse Schädlichkeiten, und so wird man nicht fehl gehen, wenn man diesen Dingen wenigstens vorläufig die Bedeutung als Sporen aberkennt. Wie die Bacillen selbst bei der Färbung von allen übrigen Bakterien abweichen und sich wie Dauerformen verhalten, so können sie, vielleicht in Folge einer besonders harten Schale oder Hülle, wohl auch gegen andere Angriffe an und für sich geschützter sein, und man ist nicht genöthigt, diese Thatsache unbedingt auf das Vorkommen von Sporen zurückzuführen.

Nun wie dem auch sein möge und welches immer die eigentliche Natur der Lücken ist, genug, dass sie häufig in den Bacillen auftreten, freilich nur ausnahmsweise mit solcher Schärfe und Reichlichkeit wie in dem vorliegenden Präparat. Dasselbe ist besonders lange entfärbt, mit Säure behandelt worden, und man kann wenigstens die Vermuthung aussprechen, dass dieses Verfahren das Protoplasma der Stäbchen in so eigenthümlicher Weise beeinflusst habe. Fast überall wird man zu erkennen vermögen, dass die Lücken auf beiden Seiten von einem ausserordentlich feinen Saum färbbarer Substanz eingerahmt sind, welcher die Verbindung zwischen den einzelnen Stücken des Bacillus herstellt.

Das ganze Bild ist zweifellos ein etwas fremdartiges, und mancher erfahrene Beobachter wird dasselbe zuerst kopfschüttelnd betrachten. Aber wir können hier nur die schon in der Einleitung erwähnte Thatsache wieder hervorheben, dass die photographische Aufnahme der Objekte häufig mit unserer conventionellen Anschauung bricht und uns die Dinge in anderer Gestalt zeigt, als wir dieselben zu sehen glaubten. Unterwirft man jedoch an der Hand eines solchen Beweisstückes die eigenen bisherigen Vorstellungen einer nochmaligen Prüfung, so wird man sich von der Richtigkeit des photographischen Eindrucks überzeugen.

Fig. 59 führt uns nahezu eine Reincultur der Bacillen im Lungenauswurf vor, und nur ein schwach gefärbter Kern, links unten, deutet auf die Herkunft des Präparats hin. Dagegen zeigt Fig. 60 die bei der Sputumuntersuchung gewöhnlich wiederkehrenden Verhältnisse: zahlreiche zellige Elemente, deren Kerne deutlich werden, dazwischen einzelne Tuberkelbacillen und ziemlich reichliche sonstige Mikroorganismen. Die ersteren sind intensiv vom Carbolfuchsin durchtränkt und treten deshalb stark hervor; hier und da bemerkt man wieder eine Andeutung der Körnung. Unter den fremden Bakterien, die mit der Gegenfarbe, mit Methylenblau gefärbt sind und sich deshalb wenig vom Grunde abheben, sieht man Stäbchen, sowie grosse und kleine Kokken, letztere vielfach zu Vieren, in Tetraden angeordnet. Die sonst besonders häufig vorkommenden Streptokokken fehlen hier.

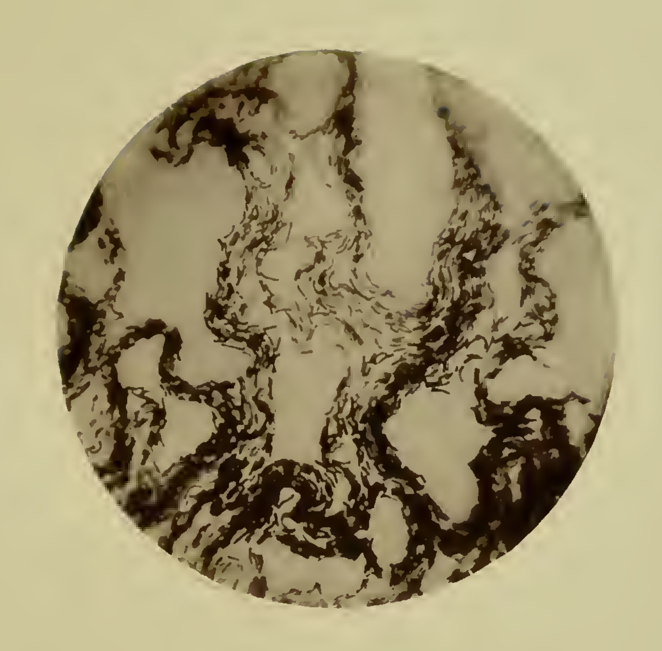


Fig. 62.



Fig. 63.

Tafel XXXII.

Tafel XXXII.

Figur 64. Tuberkelbacillus. Reincultur auf Glycerinagar; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin, entfärbt mit verdünnter Salpetersäure. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 65. Tuberkelbacillus. Mesenteriale Lymphdrüse vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin, entfärbt mit verdünnter Salpetersäure, gegengefärbt mit Methylenblau. Vergr. 200 ×. Apochromat 16 mm, 0,30; Projectionsocular 2. Sonnenlicht, offener Condensor.

Bekanntlich gelang es Koch, die Tuberkelbacillen ausserhalb des Körpers künstlich auf Rinderblutserum zu züchten. Lässt man diese Nährflüssigkeit in kleinen Schälchen erstarren und impft die Oberfläche des Substrats mit einem Ausgangsmaterial, welches nur Tuberkelbacillen enthält, z. B. mit dem frisch entnommenen Lungenknötchen eines soeben an Tuberkulose verendeten Thieres, so entwickeln sich im Laufe von etwa 14 Tagen bei Brüttemperatur aus den verstreuten Stücken der Aussaat die kleinen Colonien. Man fertigt nun von den letzteren ein Klatschpräparat an und färbt dasselbe, um sich zu überzeugen, dass es sich in der That um Tuberkelbacillen handelt, in der specifischen Weise. Bei schwacher Vergrösserung bietet sich dann ein höchst merkwürdiger Anblick (Fig. 61) dar. In dichten Zügen angeordnet, vielfach gewunden und verwickelt, erscheinen die Colonien der Tuberkelbacillen wie seltsam verschnörkelte Schriftzüge oder Arabesken. Bei starker Vergrösserung (Fig. 62) lösen sich dieselben in einzelne Stäbchen auf, welche durch regelmässige Zwischenräume getrennt, reihenweise hinter- und nebeneinander liegen, mit ihrer meist deutlich gebogenen Längsachse der Richtung der Schlingen folgend.

Fig. 63 bringt eine Reincultur der Tuberkelbacillen auf dem von Nocard und Roux hierfür empfohlenen Nährboden, dem Glycerinagar. Die schräg erstarrte Fläche desselben, an deren abhängigstem Theile sich eine kleine Menge Condensationswasser angesammelt hat, ist in ihren mittleren Abschnitten von dem dicken, eigenthümlich borkigen, trockenen Rasen der Cultur überzogen. Aus demselben heben sich einzelne Knoten und Leisten hervor, wie die Riffe einer Koralleninsel, die bei der hier gewählten seitlichen Beleuchtung starke Schlagschatten auf ihre Umgebung werfen. Nach dem Rande hin flacht sich die dicke Masse ab und läuft schliesslich in einen zarten Saum aus, der sich allmälig weiter und weiter fortschiebt und den Nährboden in immer grösserem Umfange mit Beschlag belegt.

Deckglaspräparate von derartigen Reinculturen, nach dem bekannten Verfahren gefärbt, pflegen die vorhin eingehend besprochene Körnung der Stäbchen, das Auftreten heller Lücken im Innern derselben in sehr anschaulicher Weise zu zeigen (Fig. 64). Die charakteristische schlanke, leicht gebogene Gestalt der Bacillen tritt hier nur an einigen wenigen Exemplaren hervor, während die Mehrzahl der Zellen eine auffallend plumpe, ungelenke Form besitzt und zuweilen sogar, als Zeichen beginnender Degeneration, eine kolbige Anschwellung an einem oder beiden Enden erkennen lässt.

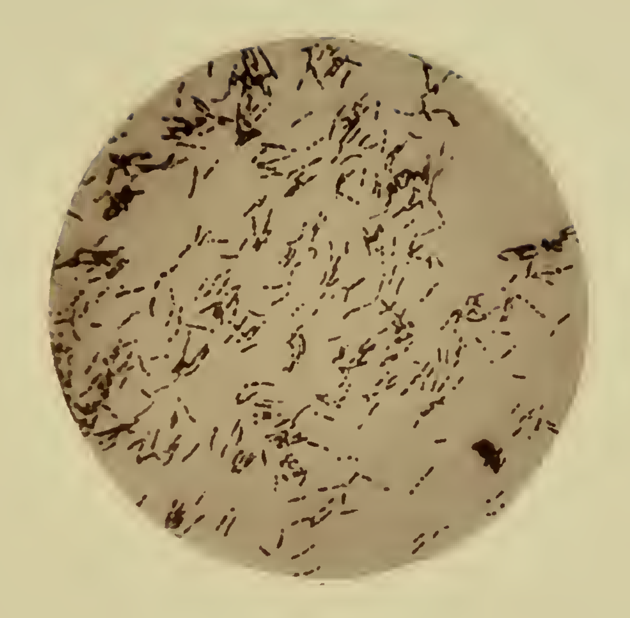


Fig. 64.

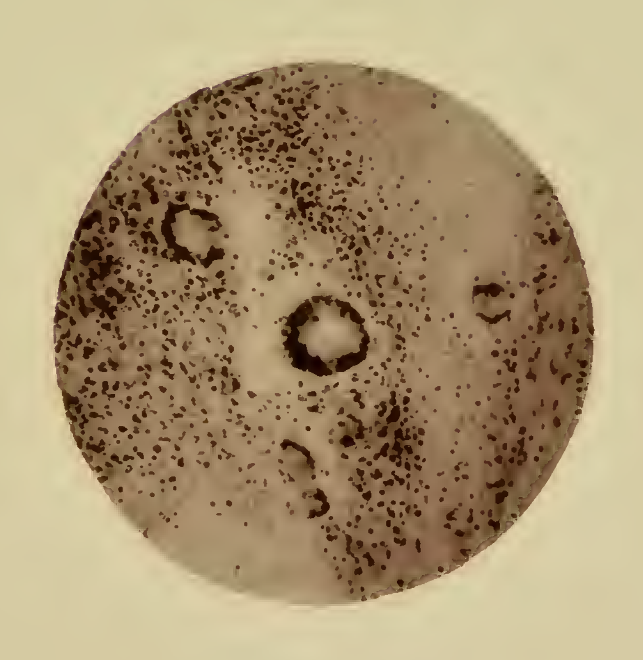


Fig. 65.

Tafel XXXIII.

Tafel XXXIII.

Figur 66. Tuberkelbacillus. Miliarer Tuberkel, Milz vom Kaninchen. Schnittpräparat, gefärbt wie 65; Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

Figur 67. Tuberkelbacillus. Lymphdrüse vom Pferd, gefärbt wie 65, Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

Die folgenden Abbildungen sind bestimmt, die Veränderungen zur Darstellung zu bringen, welche die Tuberkelbacillen bei ihrer Ansiedelung innerhalb des Gewebes hervorrufen, Veränderungen, die namentlich in ihren etwas späteren Stadien von ganz besonderer Art und der Tuberkulose eigenthümlich sind. Bezeichnend für den tuberkulösen Process ist vor allen Dingen das Auftreten miliarer, scharf umschriebener Neubildungen, der von Cohnheim nach ihrer Herkunft als „Infektionsgeschwülste" angesprochenen Tuberkelknötchen. Dieselben setzen sich zusammen aus einer sehr erheblichen Zahl kleinster zelliger Elemente lymphoider Natur, ferner aus einer beschränkteren Menge sogenannter epithelioider Zellen von grösserem Umfange, mit ovalem, bläschenförmigem Kern, endlich aus mehr oder minder reichlichen, vielkernigen Riesenzellen.

Ein Schnitt durch einen Tuberkel giebt daher bei schwacher Vergrösserung das von Fig. 65 gezeigte Bild. Unter den Riesenzellen ragt namentlich die in der Mitte des Gesichtsfeldes liegende durch ihre Grösse und charakteristische Gestalt hervor. An verschiedenen Theilen des Präparates bemerkt man bereits Anzeichen der regressiven Metamorphose, welcher die Neubildung früher oder später zum Opfer fällt: den beginnenden Kernschwund, die Coagulationsnekrose. Heben sich an den meisten Stellen die Kerne sogar mit besonderer Deutlichkeit von ihrer Umgebung ab, so ist im Gegensatze hierzu rechts oben und links unten von Kernen nichts mehr zu sehen und damit der Untergang des Gewebes ausgesprochen.

Auf welche Weise sich der Aufbau des Tuberkels eigentlich vollzieht und welche Rolle die einzelnen Gewebsbestandtheile bei diesem Vorgange spielen, ist eine noch nicht mit voller Sicherheit entschiedene Frage. Die Einen sind der Meinung, dass im Vordergrunde des Ereignisses die Wanderzellen, die leucocytären Elemente des Blutes stehen, welche sich unter dem Einflusse der Bakterienwucherung anhäufen, zu epithelioiden Zellen umformen und schliesslich zu Riesenzellen verschmelzen. Nach der von Anderen, wie namentlich von Baumgarten, vertretenen Ansicht sind die fixen Bindegewebszellen der Ausgangspunkt des Tuberkels. Auf den Reiz, der durch die Ansiedelung der Mikroorganismen gesetzt wird, antworten sie mit einer schnell erfolgenden Kerntheilung, die alsdann in die Zelltheilung übergeht und zur Entstehung der epithelioiden Gebilde führt. So ist der Tuberkel ursprünglich ein „Epithelioidzellentuberkel", in den nachträglich erst unter der Einwirkung der fortdauernden Störung weisse Blutkörperchen aus den Gefässen einwandern und dadurch den „Lymphoidzellentuberkel" herstellen. Reicht der Reiz nicht aus, um nach der

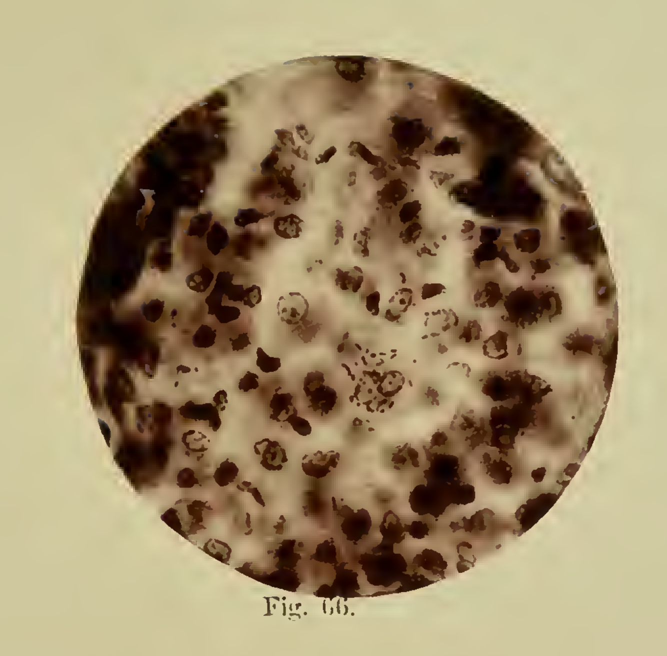


Fig. 66.

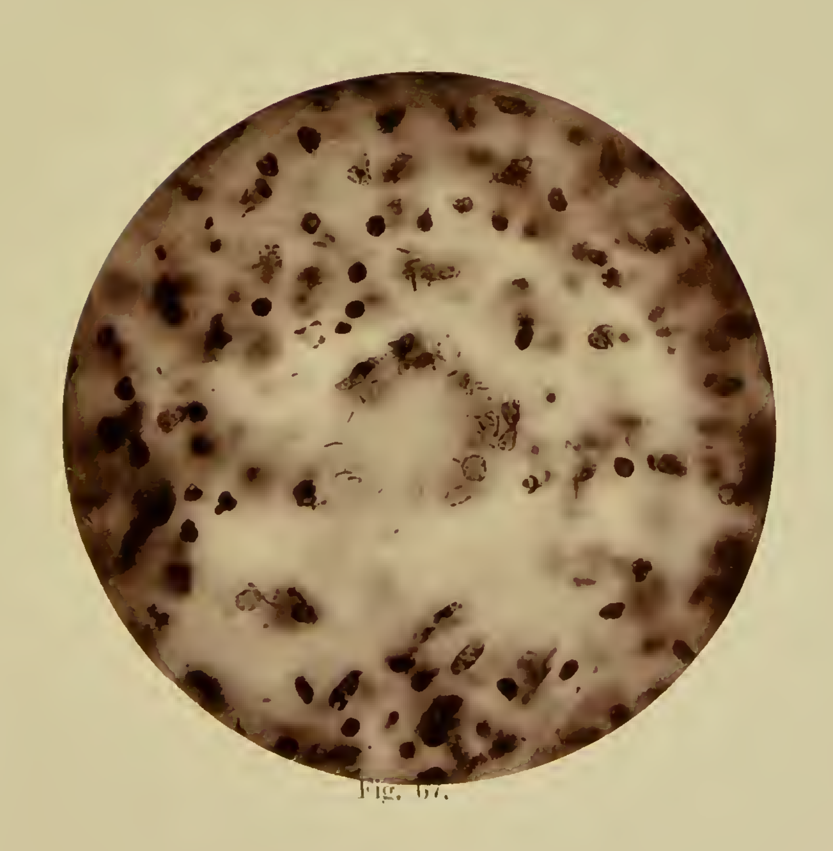


Fig. 67.

Tafel XXXIV.

Tafel XXXIV.

Figur 68. Tuberkelbacillus. Lymphdrüse vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt wie 65; Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

Figur 69. Tuberkelbacillus. Leber vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt wie 65. Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

Kerntheilung noch die Zelltheilung hervorzurufen, so bleibt es bei der ersteren, und damit ist der Grund zur Entwickelung einer Riesenzelle gelegt.

Diese letztere Auffassung stösst nur auf eine Schwierigkeit. Die Riesenzellen sind der bevorzugte Sitz der Tuberkelbacillen. Sieht man ihnen aber Abkömmlinge der festen Gewebszellen, so ist nicht recht zu begreifen, wie die unbeweglichen Mikroorganismen Eingang haben finden können, während die Abstammung von den leucocytären Elementen dies leicht erklärlich machen würde.

Wie dem nun auch sein möge, jedenfalls giebt das erste Auftreten der Bakterien im Gewebe alsbald den Anstoss zur Ansammlung von lymphoiden und epithelioiden Elementen, von denen die ersteren als kleine, runde, protoplasmaarme, „nackte“ Zellen mit einem stark gefärbten Kern, die letzteren als grössere, mit einem stattlichen Leibe versehene Gebilde erscheinen, die einen ovalen, blass tingirten Kern umschliessen. In Fig. 66 bemerkt man namentlich an der etwas nach links und oben von dem Bakterienhaufen liegenden epithelioiden Zelle um den bläschenförmigen, excentrisch gestellten Kern herum die Protoplasmamasse, während die Leucocyten im Gegensatze hierzu nur den Kern hervortreten lassen und sich dadurch auch von den festen Gewebszellen scharf unterscheiden.

Fig. 67, 68, 69, 70 zeigen Riesenzellen in ihrer charakteristischen Gestalt: grosse, die übrigen Zellen an Umfang fast hundertfach überragende Gebilde mit einem wandständigen Kranz von Kernen und einer gleichmässig trüben, eigenthümlich brüchig aussehenden Mitte. Nach Weigert kommt diese bemerkenswerthe Configuration dadurch zu Stande, dass sich hier im Innern der Zelle derselbe Vorgang im Kleinen abspielt, der im Grossen den tuberkulösen Process überhaupt kennzeichnet, der Untergang, der coagulationsnekrotische Zerfall der Neubildung. Nur die Randtheile einer Riesenzelle, in welchen sich die Kerne anhäufen, sind noch lebensfrisch und sogar der weiteren Entwickelung fähig, die Hauptmasse des Zellkörpers dagegen ist schollig geronnen und einem vollkommenen Kernschwund anheimgefallen.

Sehr deutlich lassen sich diese Verhältnisse erkennen an der in Fig. 69 wiedergegebenen Zelle, die wohl die jüngste unter den hier dargestellten ist. Man vermag die körnige Zeichnung des Grundes wahrzunehmen und sieht die Kerne einzeln, in typischer Form nebeneinander liegen, einige von zweifellos epithelioidem Charakter.

In Fig. 68 beginnen auch die Randtheile dem Untergange zuzueilen. Die Umrisse der Kerne verlieren an Schärfe, ihre Färbbarkeit wird eine geringere, die ganze Zelle selbst hebt sich nicht mehr so entschieden von ihrer Umgebung ab, und in ihrer Nachbarschaft sind weite Gebiete bereits nekrotisch verändert.

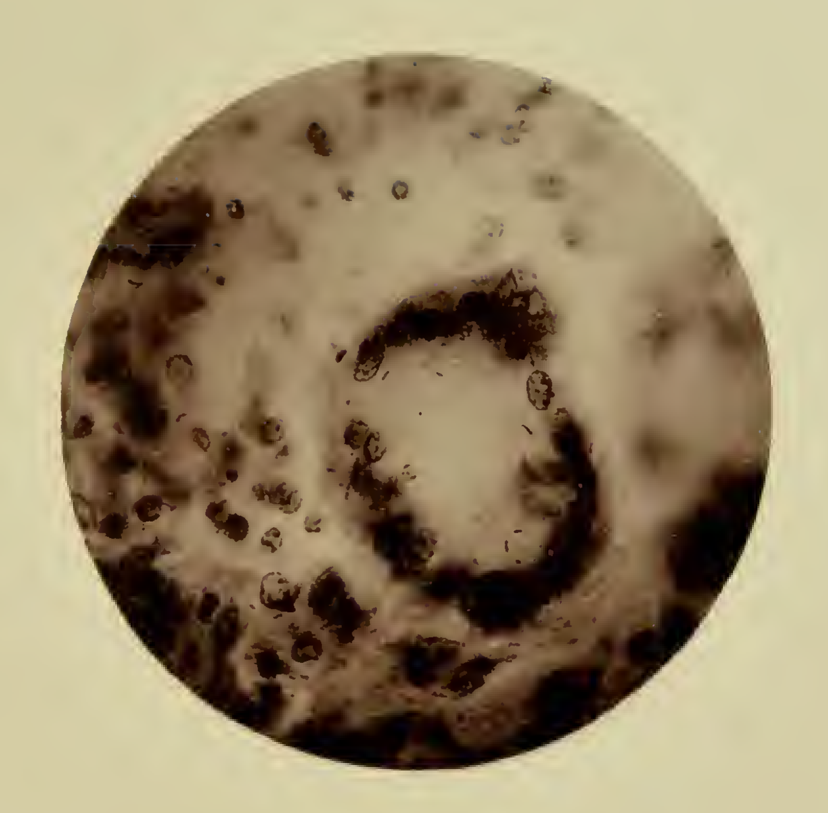


Fig. 68.

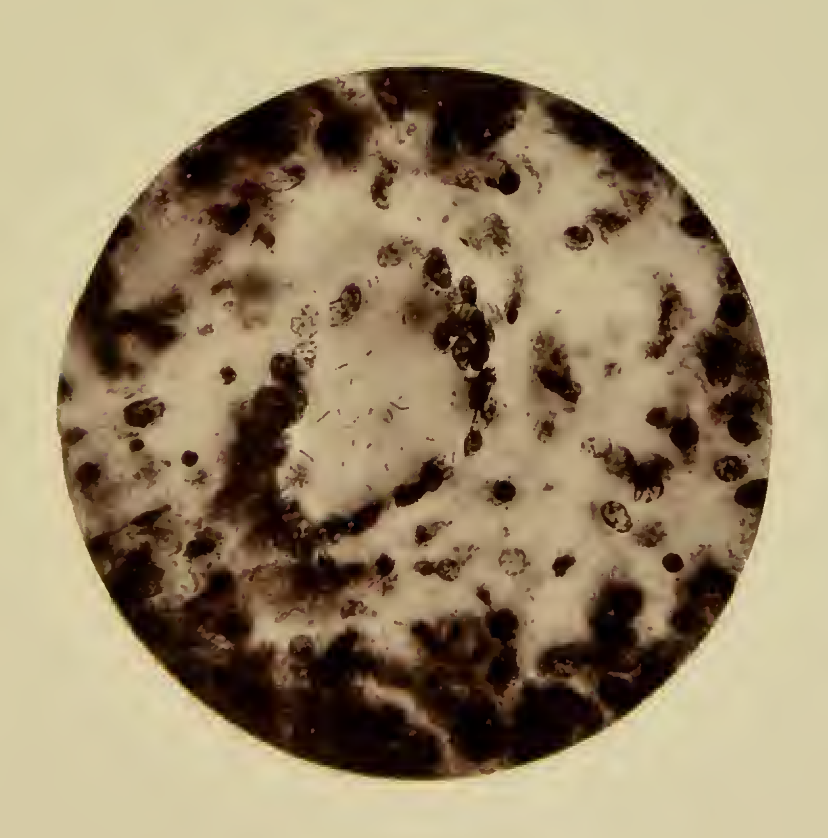


Fig. 69.

Tafel XXXV.

Tafel XXXV.

Figur 70. Tuberkelbacillus. Peritoneum vom Rind (Perlsucht). Schnittpräparat, gefärbt wie 65; Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

Figur 71. Leprabacillus. Gewebssaft aus einem Lepraknoten. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Fig. 67 führt uns noch einen Schritt weiter. Die Kerne haben das Färbevermögen fast völlig eingebüsst, sind zum Theil schon verschwunden, und der Contour der Zelle tritt als kaum wahrnehmbare Grenze nur andeutungsweise hervor. In Fig. 68 und 69 zeigen die Kerne die meist zu beobachtende Anordnung: einen in zwei ungleich grosse Hälften geschiedenen Kranz, dessen kleinerer Abschnitt hier in beiden Fällen nach oben gerichtet ist. In Fig. 67 nehmen die Kerne an der einen Umrandung der Zelle Platz und lassen die gegenüberliegende frei.

Die Bacillen finden sich anfänglich regellos über die ganze Riesenzelle verbreitet und sind namentlich auch in der Mitte zahlreich vorhanden (Fig. 69). Später, mit dem Absterben der centralen Partien ziehen sich die Stäbchen mehr nach dem Rande hin (Fig. 68). Häufig macht sich hierbei ein gewisser Antagonismus (Fig. 67) zwischen Kernen und Mikroorganismen insofern bemerklich, als die einen immer möglichst entfernt von den anderen ihren Platz nehmen.

Fig. 70 stellt zahlreiche Riesenzellen in allen Stadien der Entwickelung nebeneinander dar, von der eben beginnenden Kernanhäufung bis zum grossen, ausgebildeten, schon in rückläufiger Bewegung begriffenen Exemplar, ein Verhalten. wie es besonders häufig bei solchen Gewebsveränderungen zu beobachten ist, welche der Tuberkulose der Rinder, der sogenannten Perlsucht entstammen.

Dem Tuberkelbacillus sehr nahe verwandt ist eine Bakterienart, welche schon seit langer Zeit als die erregende Ursache einer bestimmten Infektionskrankheit bekannt und als solche Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen ist. Im Jahre 1880 machte Hansen in Bergen darauf aufmerksam, dass sich in den knötchenförmigen Gewebsveränderungen, welche der Lepra eigenthümlich sind, grosse Mengen von Stäbchen nachweisen liessen, welche unter anderen Verhältnissen nicht zu beobachten seien. Im weiteren Verlaufe der Forschung wurde diese Thatsache von allen Seiten bestätigt und unsere Kenntniss des Leprabacillus namentlich durch die Untersuchungen von Neisser noch wesentlich befestigt und vervollkommnet.

Die Leprabacillen sind schlanke, meist über die Längsachse gebogene Stäbchen von ganz demselben Aussehen wie die Tuberkelbacillen, vielleicht ein wenig kürzer als diese und mit spitzeren Endstücken versehen. Bei der Färbung zeigen sich die Leprabacillen dem für die Tuberkelbacillen specifischen Verfahren ebenfalls zugänglich und unterscheiden sich hierdurch von sämtlichen sonst bekannten Bakterienarten, während sie diesen wieder dadurch gleichstehen und andererseits von den Tuberkelbacillen abweichen, dass sie auch die gewöhnlichen Farbstoffe ohne weiteres annehmen. Fertigt man ein Ausstrichpräparat (Fig. 71) aus

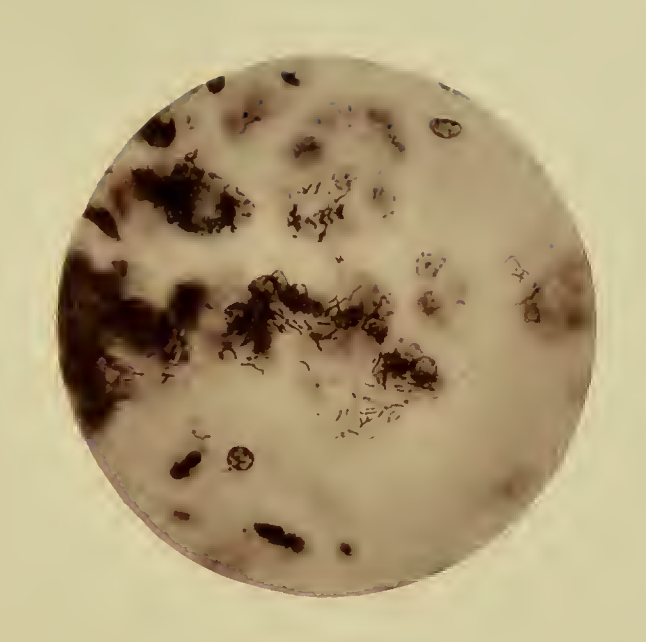


Fig. 70.

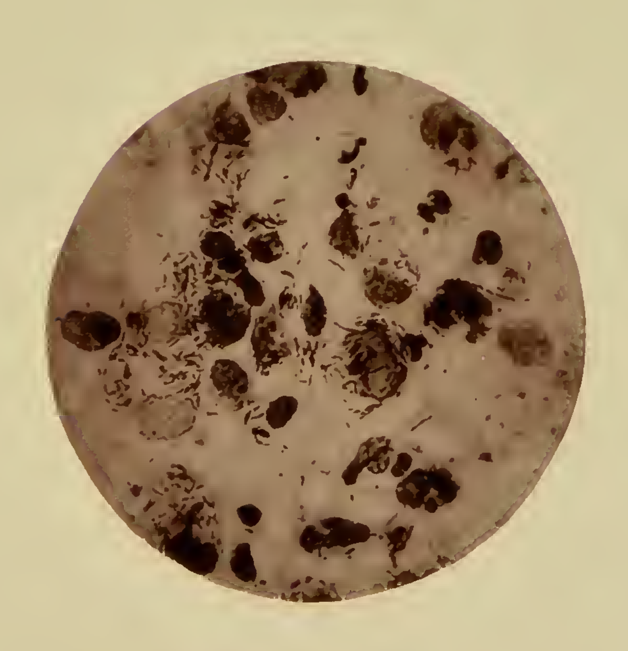


Fig 71.

Tafel XXXVI.

Tafel XXXVI.

Figur 72. Leprabacillus. Haut vom Menschen. Schnittpräparat. gefärbt wie 65; Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

Figur 73. Leprabacillus. Unterhautzellgewebe vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt wie 65; Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

---

einem leprösen Gewebsknoten an, so sieht man die zahlreichen Stäbchen theils frei verstreut zwischen den Zellen, theils und namentlich aber innerhalb der letzteren auftreten, wo sie sich in dichten Klumpen anordnen und nahezu das ganze Protoplasma mit Beschlag belegen.

Die Lepra siedelt sich mit besonderer Vorliebe in bestimmten Organen, vor allem in der Haut an. Fig. 72 führt uns einen Schnitt durch eine frisch ergriffene Hautpartie vor. Die dargestellte Papille ist im wesentlichen noch unverändert; nur hier und da erscheinen zwischen den Zellen vereinzelte Mikroorganismen*, und wie bei der Tuberkulose reagirt das Gewebe auch hier auf den Reiz, den die fremden Eindringlinge ausüben, zunächst durch die Ansammlung von lymphoiden und epithelioiden Elementen, unter denen die letzteren mit ihren grossen, bläschenförmigen Kernen deutlich genug hervortreten.

Macht die Bakterienwucherung weitere Fortschritte, so fällt das Gewebe derselben nach und nach zum Opfer; die anfänglich entstandene infektiöse Neubildung unterliegt der rückläufigen Veränderung und geht nekrotisch zu Grunde (Fig. 73). Dieser Process vollzieht sich in ebenso regelmässiger und fest umschriebener Weise wie bei der Tuberkulose, wenn auch die Form eine weniger charakteristische und eigenthümliche ist. Der besondere Aufbau, der den Tuberkel kennzeichnet, fehlt, und namentlich Riesenzellen werden fast stets vermisst, eine Thatsache, die deshalb bemerkenswerth ist, weil gerade die Leprabacillen sehr innige Beziehungen zu den Zellen unterhalten und in ihrer überwiegenden Mehrzahl den Leib derselben zu ihrem Wohnsitz auserwählt haben.

Auch unsere Abbildung zeigt uns einige derartige „Leprazellen“, die mit Stäbchen vollgestopft sind und kaum noch ihre ehemalige Gestalt und den Kern hervortreten lassen.

Eine Zeit lang hat man deshalb sogar an ihrer zelligen Natur gezweifelt. Durch eine eigenartige Behandlung lepröser Gewebsschnitte vermittelst der sogenannten Trockenmethode — bei welcher die gefärbten Präparate vor der Aufhellung im Oel nicht in dem farbentziehenden Alkohol entwässert, sondern über der Flamme erwärmt und so getrocknet werden — wollte Unna den Beweis erbringen, dass die vermeintlichen Leprazellen in Wahrheit etwas durchaus anderes wären. Das gewöhnliche Präparationsverfahren sei nicht nur von schädigendem Einfluss auf die Färbung. sondern greife auch den feineren Zusammenhang des Gewebes selbst an und führe deshalb zu Trugbildern. Die bei der Oelmethode als Zellen erscheinenden Dinge müssten als die Querschnitte von erweiterten Stellen der Lymphgänge angesehen werden, in deren Innern sich die Leprabacillen

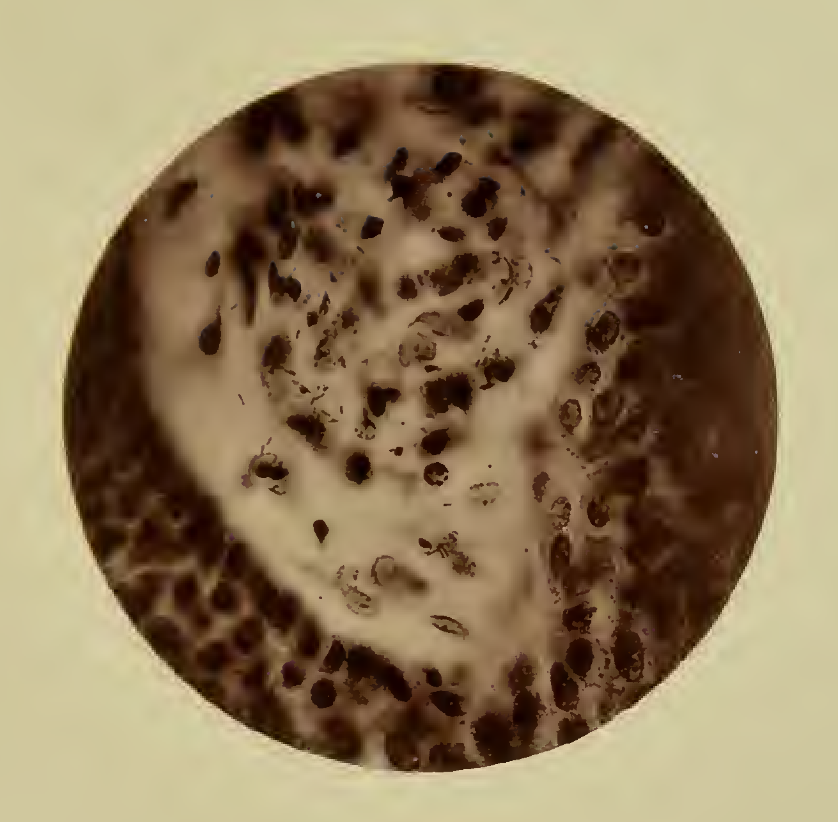


Fig. 72.

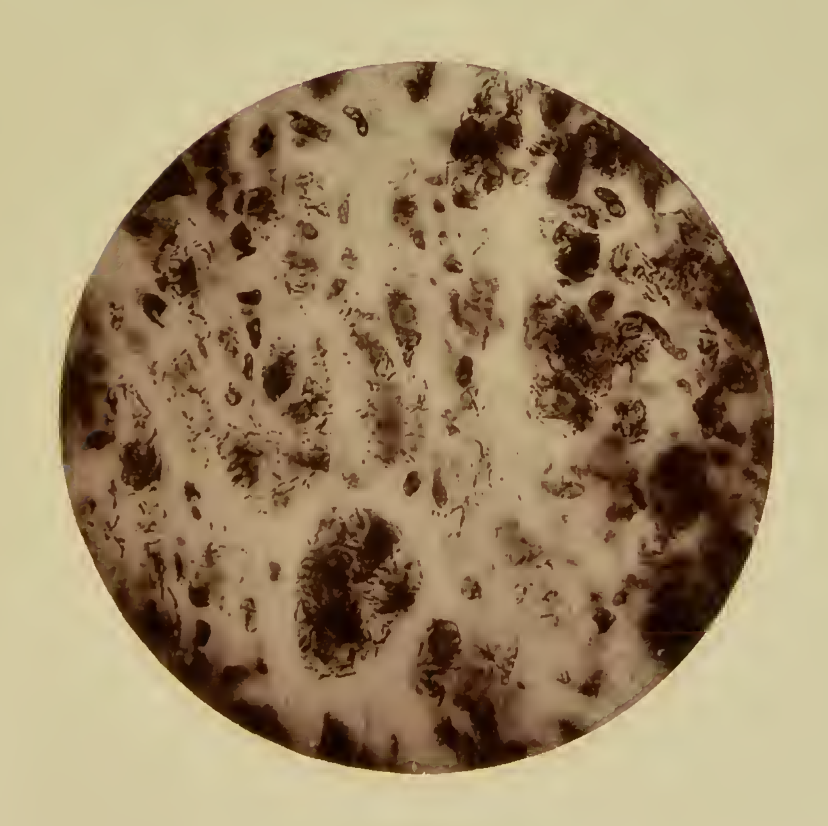


Fig. 73.

Tafel XXXVII.

Tafel XXXVII.

Figur 74. Smegmabacillus. Smegma praeputiale; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 75. Rotzbacillus. Reincultur auf Glycerinagar; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Carbolfuchsin, Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

---

angesiedelt und zu freien, kugeligen Massen entwickelt hätten. Langwierige Erörterungen und Untersuchungen von anderer Seite haben dann gezeigt, dass die von Unna vertretene Anschauung nicht haltbar sei. Gerade bei seinem Vorgehen findet eine wesentliche Schädigung des Gewebes Statt, welches von Rissen und Sprüngen durchsetzt wird, die den natürlichen Eindruck stören und zu Missdeutungen Veranlassung geben. Man ist deshalb allgemein zu der früheren Auffassung zurückgekehrt und sieht die erwähnten und hier dargestellten Gebilde nach wie vor als Zellen an.

Im übrigen zeigt uns Fig. 73 auch eine weitere bei den Leprabacillen häufig zu beobachtende Erscheinung. Wie bei den Tuberkelbacillen erfährt das Protoplasma der Stäbchen bei der Entfärbung der Präparate in verdünnter Salpeter- oder Schwefelsäure eine eigenthümliche Veränderung, die sich in einer zuweilen sehr deutlichen Körnung ausspricht. Der Bacillus zerfällt in eine Reihe von Kügelchen, die in regelmässigen Abständen hintereinander liegen und auf den ersten Blick an eine Kette von Mikrokokken erinnern können.

Ausser der Lepra stehen der Tuberkulose noch einige andere Affektionen namentlich insofern nahe, als die in ihrem Verlaufe auftretenden Veränderungen des Gewebes an die durch den Koch'schen Bacillus hervorgerufenen erinnern. So trifft man beispielsweise bei der Syphilis jene aus kleinsten lymphoiden Elementen zusammengesetzten Neubildungen wieder, welche sich nach ihrem ganzen Verhalten und den Eigenschaften der Krankheit als Infektionsgeschwülste charakterisiren.

Wie bei der Tuberkulose und Lepra hat man denn auch hier auf einen specifischen Mikroorganismus als Wurzel des Uebels, als eigentliche Veranlassung der pathologischen Vorgänge gefahndet, und in der That schien dieses Beginnen bald vom Erfolge gekrönt zu werden. Im Jahre 1885 veröffentlichte Lustgarten eine Reihe von Beobachtungen, nach welchen es ihm geglückt war, mit Hilfe eines eigenthümlichen Färbeverfahrens im Sekret syphilitischer Geschwüre und in Schnittpräparaten gummöser Gewebsveränderungen eine besondere Bakterienart nachzuweisen, welche in ihrem Aussehen eine entschiedene Aehnlichkeit mit dem Tuberkelbacillus an den Tag legte. Da sich dieselbe nach Lustgarten's Angaben regelmässig und ausschliesslich bei der Syphilis fand, so nahm der Entdecker keinen Anstand, obwohl Cultur- und Uebertragungsversuche nicht zum Ziele führten, sie als Ursache der oben genannten Affektion anzusprechen. Wurden diese Resultate von der einen Seite bestätigt und angenommen, so machten sich doch auf der anderen schwerwiegende Bedenken geltend.

Einmal wollte der Nachweis der fraglichen Stäbchen auch bei genauester



Fig. 74.

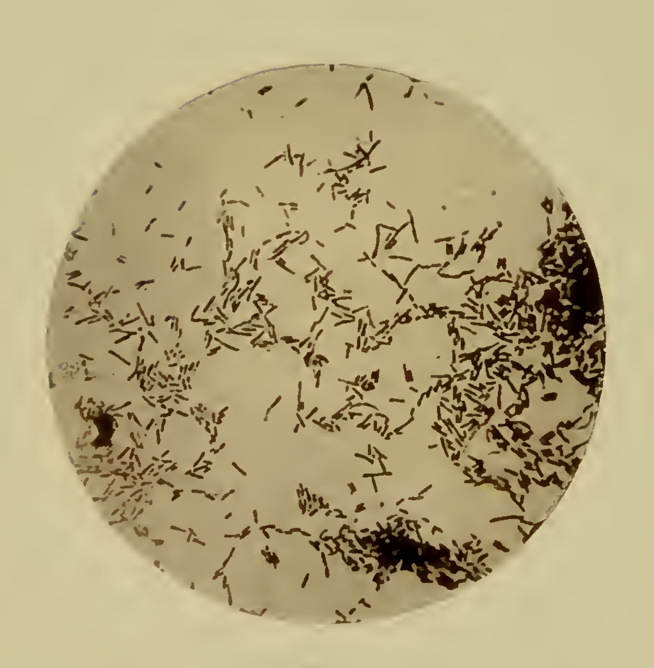


Fig. 75.

Tafel XXXVIII.

Tafel XXXVIII.

Figur 76. Rotzbacillus. Milz der Feldmaus; Impfrotz. Schnittpräparat*), gefärbt mit Carbolfuchsin. Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

Figur 77. Diphtheriebacillus. Diphtherische Membran aus der Trachea. Ausstrichpräparat, gefärbt mit alkalischem Methylenblau. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Befolgung der Lustgarten'schen Vorschriften keineswegs in allen Fällen, ja nicht einmal in der Mehrzahl derselben gelingen, und die Seltenheit guter Präparate mag es entschuldigen, dass wir von der Wiedergabe eines solchen hier absehen mussten. Ferner ermittelten etwa gleichzeitig Matterstock sowie Alvarez und Tavel, dass im Smegma präputiale und vulvare Bakterien vorkommen, deren morphologisches und tinktorielles Verhalten mit dem der Lustgarten'schen Bacillen durchaus übereinstimmt. Derartige Smegmabacillen bringt uns Fig. 74. Die schlanken, gebogenen Stäbchen zeigen hier und da an den Enden eine leicht knopfförmige oder keulenartige Anschwellung und unterscheiden sich dadurch wiederum von den Tuberkelbacillen, denen sie sonst in auffallendem Maasse gleichen.

Mit der Entdeckung der Smegmabakterien schien die Bedeutung der von Lustgarten gefundenen Mikroorganismen ernstlich gefährdet zu sein. Doch hat es sich im weiteren Verlaufe der Forschung herausgestellt, dass gewisse kleine Differenzen zwischen den beiden Arten auch bei der Färbung hervortreten, und ferner muss das Vorkommen der Syphilisbacillen innerhalb des Gewebes so entschieden für ihren specifischen Charakter in die Wagschale fallen, dass ein bedingungslos absprechendes Urtheil hier sicherlich nicht am Platze ist.

Der 1882 von Löffler und Schütz gefundene Bacillus des Rotzes (Bacillus mallei) hat in seinem Aeusseren mit den vorgeführten Mikroorganismen aus der Gruppe des Tuberkelbacillus keine Aehnlichkeit. Er ist erheblich dicker und kürzer, seine Glieder sind meist gerade gestreckt und häufig an einem oder an beiden Enden etwas aufgetrieben. Fast stets liegen die Zellen einzeln oder zu zweien, grössere Verbände gehören zu den Seltenheiten. Bemerkenswerth ist das Verhalten des Rotzbacillus bei der Färbung, da er sich in unmittelbarem Gegensatz zu den soeben besprochenen Bakterien durch eine sehr grosse Empfindlichkeit gegen die entfärbenden Maassnahmen auszeichnet. Selbst die Deckglaspräparate (Fig. 75) aus Reinculturen pflegen deshalb meist nur eine mangelhafte Kraft der Tinktion aufzuweisen; in der Regel zeigen sich die Stäbchen von einem hellen Hof, einer durchscheinenden Hülle umschlossen, welche man bei genauer Betrachtung auch an der hier gegebenen Abbildung als feinen Saum um die Bacillen wiederfinden wird. Ob es sich dabei um eine Verdickung der Membran oder um einen protoplasmatischen Zellenleib handelt, muss zunächst unentschieden bleiben.

---

*) Wir verdanken dieses Präparat der Liebenswürdigkeit des Herrn Professor F. Löffler in Greifswald.

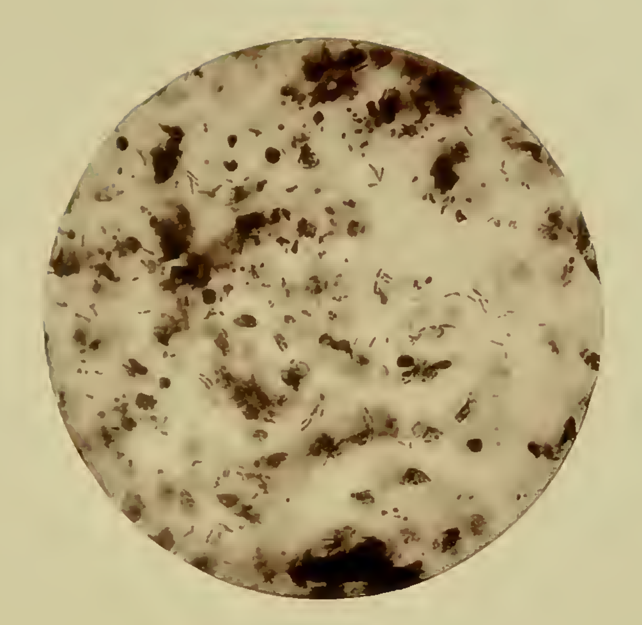


Fig. 76.

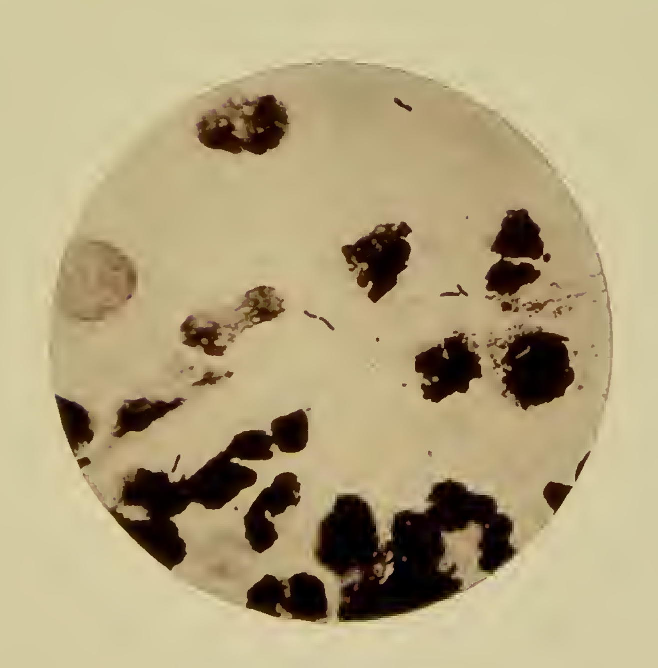


Fig. 77.

Tafel XXXIX.

Tafel XXXIX.

Figur 78. Diphtheriebacillus. Diphtherische Schleimhaut aus der Trachea. Schnittpräparat*), gefärbt mit alkalischem Methylenblau. Vergr. 100 ×. Apochromat 16 mm, 0,30; Projektionsocular 2.

Figur 79. Diphtheriebacillus. Präparat, wie in Fig. 78. Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

Ueberträgt man die Bacillen auf empfängliche Thiere, z. B. Feldmäuse oder Meerschweinchen, so gehen dieselben nach einiger Zeit an Impfrotz zu Grunde, und in den Organen finden sich reiche Mengen kleiner, knötchenförmiger Neubildungen, welche in ihrem Aussehen lebhaft an die bei der Tuberkulose beobachteten erinnern. Diese Aehnlichkeit erstreckt sich auch auf das mikroskopische Verhalten: eine dichte Ansammlung protoplasmaarmer Rundzellen (Fig. 76), unter denen hier und da epithelioide Elemente hervortreten. Zwischen den Zellen — zuweilen, was unsere Abbildung nicht zeigt, auch innerhalb derselben — erscheinen die Stäbchen, deren Darstellung im Gewebspräparate noch erheblich grössere Schwierigkeiten als auf dem Deckglase bietet. Selten nur finden sich die Bacillen in so reichen Mengen, wie in dem hier wiedergegebenen Schnitte.

Macht man in Fällen von menschlicher Diphtherie, welche im Kehlkopf oder der Luftröhre u. s. f. zur Entstehung von Membranen geführt haben, von diesen letzteren Ausstrichpräparate (Fig. 77) und färbt dieselben mit alkalischem Methylenblau, so bemerkt man zwischen zahlreichen Lymphkörperchen vereinzelte stäbchenförmige Mikroorganismen, welche durch ihre etwas plumpe Gestalt und die, allerdings nicht immer hervortretende, Verdickung des einen Endstücks auffallen.

Fertigt man von einer diphtherisch veränderten Schleimhaut, z. B. der Trachea, ein Schnittpräparat an, so erscheinen die gleichen Bakterien in dichten Massen wieder. Bei schwacher Vergrösserung (Fig. 78) treten dieselben als dicke, intensiv gefärbte Auflagerungen auf der freien Oberfläche des Gewebes hervor, während in die tieferen Schichten — in der rechten Hälfte des hier photographirten Schnittes — nur einzelne versprengte Nester der Mikroorganismen vorgedrungen sind. An den von den Bakterien besetzten Abschnitt schliesst sich nach abwärts eine mehr oder minder umfangreiche coagulationsnekrotisch veränderte und daher kernlose Zone an, die dann — gegen den unteren Rand unseres Gesichtsfeldes hin — allmälig in eine kleinzellig infiltrirte Partie übergeht.

Bei Anwendung der Immersionslinse zeigen die unmittelbar der Oberfläche angehörenden Theile (Fig. 79) eine Reincultur der Stäbchen; dieselben liegen in dichten Haufen eng beieinander und lassen an einigen Stellen wieder die keulenförmige Anschwellung der abgerundeten Enden erkennen. Dort, wo das Gebiet der Bakterienentwickelung mit scharfer Grenze abschneidet, beginnt

---

*) Wir verdanken dieses Präparat der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. P. Ortmann in Königsberg i/Pr.

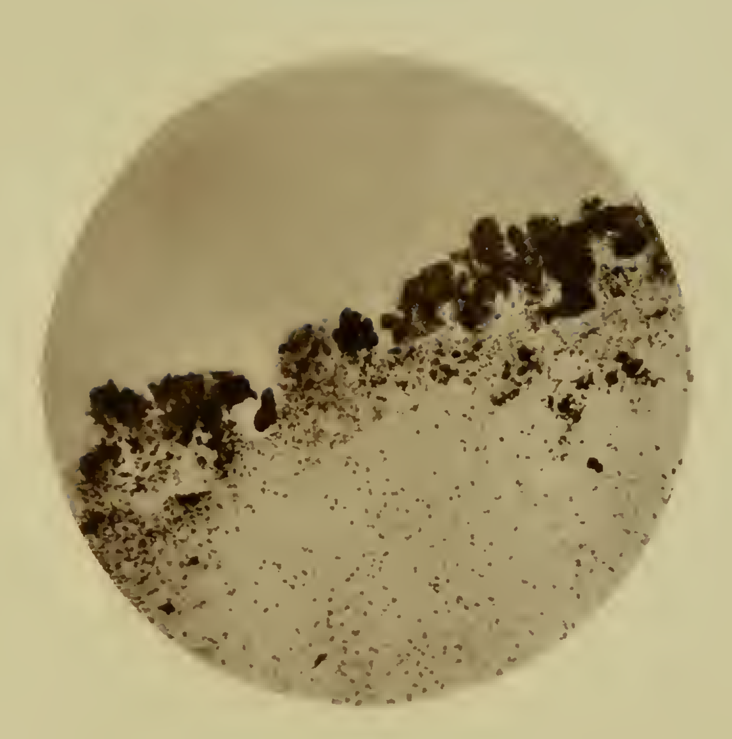


Fig. 78.



Fig. 79.

Tafel XL.

Tafel XL.

Figur 80. Diphtheriebacillus. Präparat, wie in Fig. 78. Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

Figur 81. Diphtheriebacillus. Colonie auf der Agarplatte, 24 Stunden alt; ungefärbt. Vergr. 100 ×, wie Fig. 27.

---

der nekrotisirte Bezirk; bei genauem Zusehen wird man im unteren Theil des Gesichtsfeldes hier und da auch eine Andeutung des aus geronnenen Fibrinfäden bestehenden Fasernetzes wahrnehmen können, in welches sich das Gewebe verwandelt hat.

Das hier gezeigte Bild ist freilich nicht in allen Fällen von Diphtherie in der gleichen Weise anzutreffen. Namentlich dann, wenn der pathologische Vorgang bereits etwas längere Zeit angedauert hat und die Veränderungen des Gewebes nicht mehr ihre erste Frische besitzen, begegnet man neben den Diphtheriebacillen regelmässig auch anderen Mikroorganismen, die sich in den ergriffenen Theilen angesiedelt und auf dem krankhaft afficirten Boden festen Fuss gefasst haben. Besonders häufig sind es kettenbildende Mikrokokken, welche den Diphtheriebacillen die Hand reichen und von ihnen geleitet Einzug halten, und unter Umständen können diese nachträglich eingewanderten Bakterien so in den Vordergrund treten, dass sie die Scene allein zu beherrschen scheinen.

Untersucht man nicht die oberflächlichen Lagen, sondern einen jener vorgeschobenen Posten, welche bei der Betrachtung mit schwacher Vergrösserung schon aufgefallen waren, so bemerkt man, (Fig. 80), dass es sich um eine junge Ansiedelung der Bakterien handelt, in deren Umgebung sich zahlreiche Kerne vorfinden.

Die in den diphtherisch erkrankten Gewebstheilen auftretenden stäbchenförmigen Mikroorganismen sind zuerst von Klebs beobachtet und beschrieben, dann aber namentlich durch Löffler mit Hülfe der neueren Methoden genau erforscht und in ihren Lebenseigenschaften eingehend studirt worden. Hatte der letzt genannte Autor es nach seinen Befunden schon für mindestens wahrscheinlich erklärt, dass er hier den ursächlichen Erreger der menschlichen Diphtherie vor sich habe, so ist diese Annahme durch eine grosse Anzahl weiterer Untersuchungen nach allen Seiten hin als richtig erwiesen und der letzte Zweifel an der specifischen Bedeutung dieser Bakterien gehoben worden, denen damit eine der wichtigsten Rollen in der gesammten Pathologie zuerkannt werden muss.

Die Diphtheriebacillen finden sich ausschliesslich im Bereiche der örtlichen Veränderungen vor, welche sich auf den Schleimhäuten entwickeln; die inneren Organe, das Blut u. s. w. sind stets völlig frei von Mikroorganismen, und die allgemeine, für den gesammten Organismus verhängnissvolle Wirkung der Bakterien ist auf den Einfluss löslicher Stoffwechselprodukte zurückzuführen, welche durch die Lebensthätigkeit der Bakterien erzeugt werden. Es begreift sich deshalb, dass man auch für die künstliche Züchtung der Stäbchen das Ausgangsmaterial den Membranen entnehmen und kleine Theile derselben auf unsere Nährböden übertragen muss. Es stellt sich dann bald heraus, dass das Wachsthum der Diphtheriebacillen bei höheren Temperaturen erheblich rascher und vollkommener von

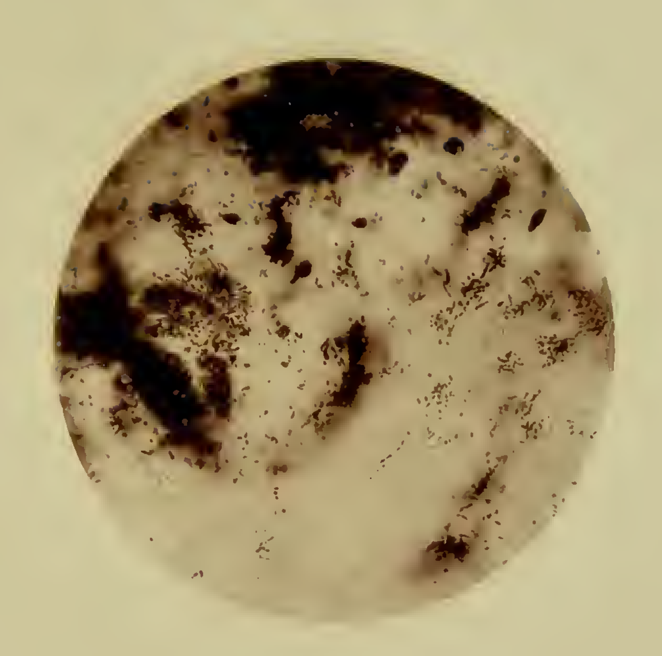


Fig. 80.

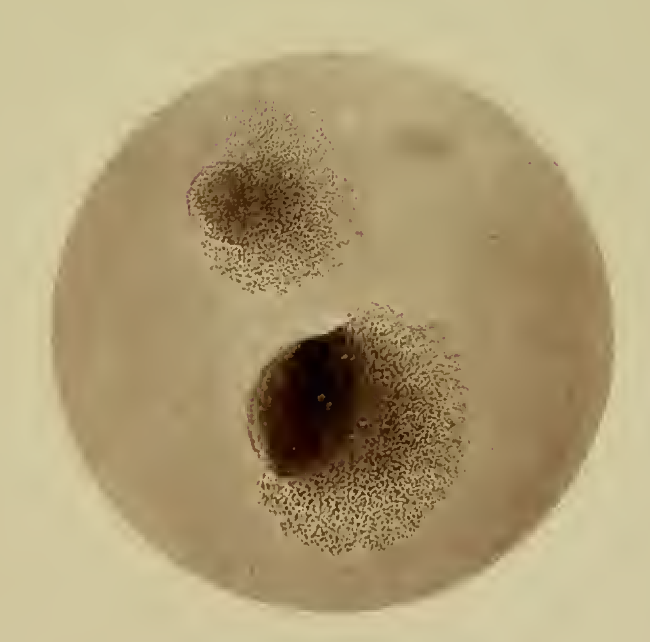
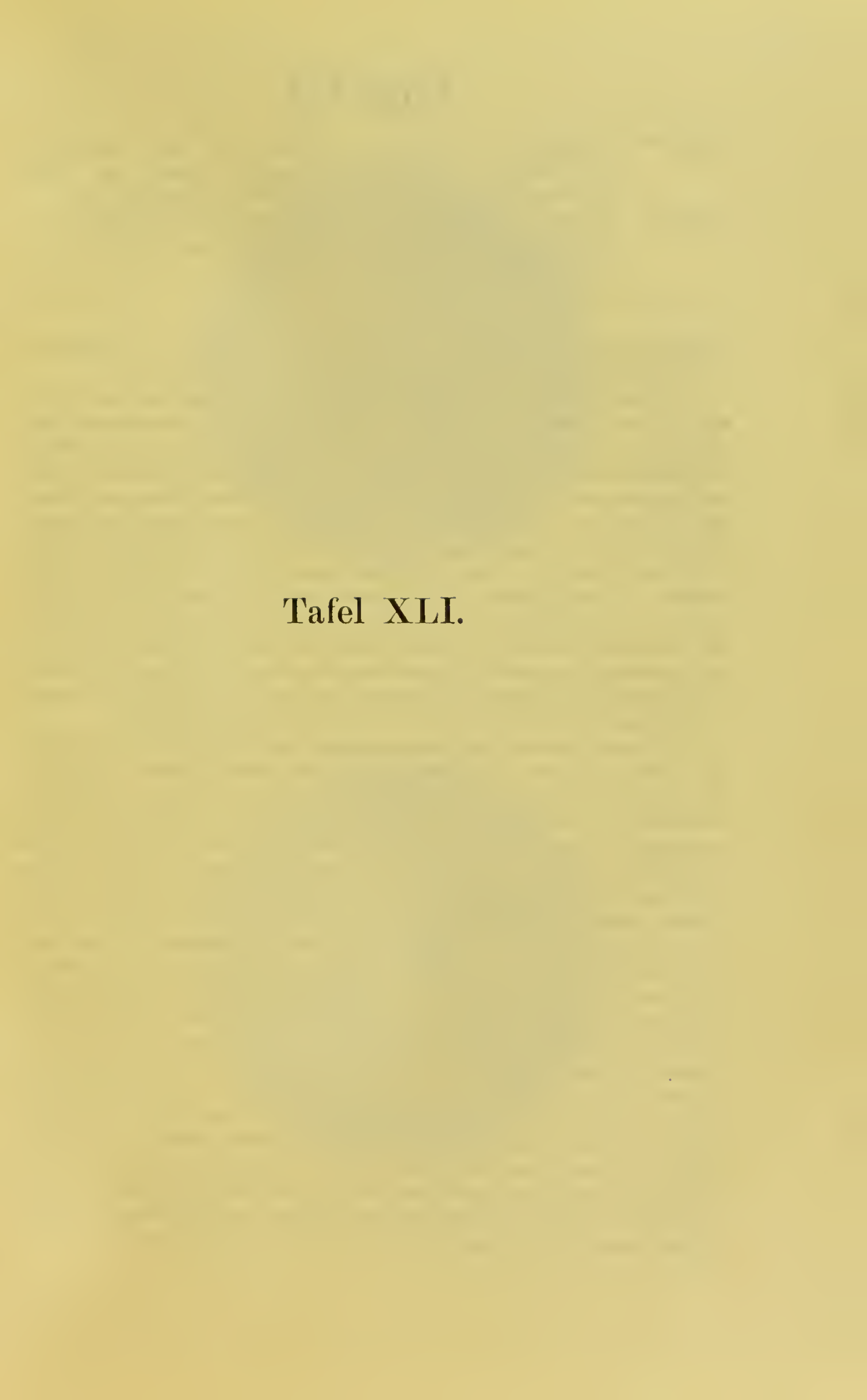


Fig. 81.



Tafel XLI.

Tafel XLI.

Figur 82. Diphtheriebacillus. Colonie auf der Agarplatte, 24 Stunden alt. Klatschpräparat, gefärbt mit alkalischem Methylenblau. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 83. Diphtheriebacillus. Cultur auf erstarrtem Blutserum. Ausstrichpräparat, gefärbt mit alkalischem Methylenblau. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Statten geht als bei Zimmerwärme, und dass es sich empfiehlt, die Culturen im Brütschrank zu halten und auf Blutserum oder Agar-Agar anzulegen.

Auf der Agarplatte beispielsweise entwickeln sich dann schon nach kurzer Zeit (24—36 Stunden) hirsekorngrosse Colonien, deren mikroskopisches Aussehen (Fig. 81) ein ganz eigenthümliches zu sein pflegt. Der an die Oberfläche vorgedrungene Theil der kleinen Reincultur besitzt unregelmässig gestaltete, vielfach ausgebuchtete Umrisse und einen auffallend grobkörnigen, glänzenden, chagrinirten Inhalt, der sich in der gleichen Weise bei keiner anderen Bakterienart wiederfindet und dem geschulten Beobachter ohne weiteres die Diagnose ermöglicht. Ein Klatschpräparat von einer solchen Colonie (Fig. 82) zeigt die Stäbchen in ausserordentlich kurzen Formen, wohl eine Folge der raschen Vermehrung und Quertheilung, welche die einzelnen Glieder hier erfahren haben. Die Verdickung des einen Endstücks verleiht den kleinen Bacillen vielfach eine glastropfenähnliche Gestalt. Die Anordnung im ganzen ist eine regellose und lässt jenes sorgfältige und eigenartige Gefüge, wie wir es beispielsweise bei den Colonien der Milzbrand- und Tuberkelbacillen wahrnehmen konnten, vermissen.

In Strichculturen auf schräg erstarrtem Agar oder Blutserum gedeihen die Diphtheriebacillen bei Blutwärme rasch zu dichten Massen. Deckglaspräparate, mit alkalischem Methylenblau gefärbt (Fig. 83) geben das für unsere Stäbchen eigentlich charakteristische Bild, welches im wesentlichen dahin gekennzeichnet werden kann, dass die Form und die Empfänglichkeit der Zellen für den Farbstoff innerhalb besonders weiter Grenzen schwanken. Kurze und lange, gerade und gebogene, gleichmässig gestaltete und keulenartig angeschwollene Elemente finden sich bunt durcheinander; namentlich die letzteren, die man meist als Involutionsformen auffasst, sind in reichen Mengen vorhanden und fallen durch ihr merkwürdiges, für die Diphtheriebacillen geradezu specifisches Aussehen vor allem ins Auge. Im ganzen erscheinen die Mikroorganismen hier erheblich plumper und grösser als in dem vorigen Bilde, eine Thatsache, die wesentlich auf den Umstand zurückzuführen ist, dass wir hier ein in Wasser, dort ein in Canadabalsam liegendes Präparat vor uns haben. Der Einfluss des letzteren macht die Bakterien ausnahmlos in sehr erheblichem Maasse schrumpfen, und wir werden Gelegenheit haben, an der Hand besonders anschaulicher Beispiele auf diesen Punkt später noch einmal etwas näher einzugehen. Was die Färbung betrifft, so sind einige Stäbchen in ihrer ganzen Ausdehnung tingirt, die Mehrzahl aber hat die Farbe nur an einzelnen Theilen, namentlich den kolbigen Endstücken aufgenommen, welche durch mehr oder minder umfangreiche helle Lücken von dem übrigen Zellkörper getrennt werden und die Bakterien wie gekörnt erscheinen lassen.

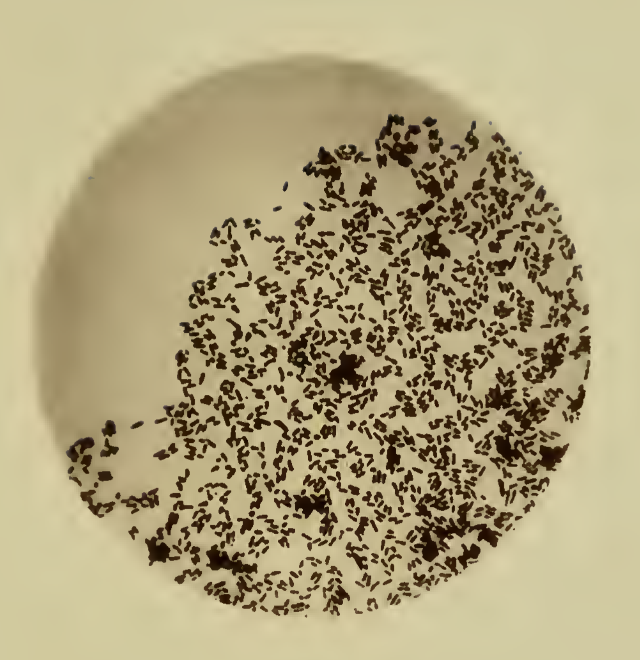


Fig. 82.

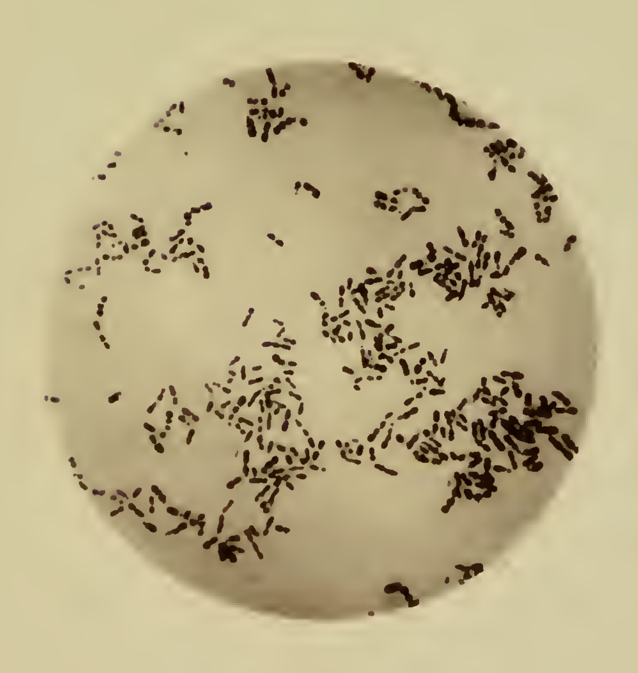


Fig 83.

Tafel XLII.

Tafel XLII.

Figur 84. Choleravibrio. Darminhalt eines an Cholera verstorbenen Menschen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 85. Choleravibrio. Darminhalt eines an Cholera verstorbenen Menschen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Der ursächliche Erreger der Cholera asiatica wurde im Jahre 1883 von Koch entdeckt. Nach längerer Zwischenzeit nahte sich damals die gefürchtete Krankheit wieder den Grenzen Mitteleuropas, und allenthalben empfand man nun das Verlangen, mit den vervollkommneten Hilfsmitteln der Forschung dem Grunde des Uebels nachzugehen und so vielleicht die Möglichkeit zu gewinnen, seiner schrankenlosen Verbreitung entgegenzutreten. Die deutsche Reichsregierung rüstete eine unter Koch's Leitung stehende wissenschaftliche Expedition aus, die sich nach einigen vorbereitenden Untersuchungen in Egypten an das eigentliche Hauptquartier der Cholera, nach Indien, begab und hier bald zu positiven Resultaten gelangte.

In gefärbten Deckglaspräparaten (Fig. 84, 85.) aus den Entleerungen an Cholera erkrankter oder aus dem Darminhalt an Cholera verstorbener Individuen fand Koch regelmässig eine eigenthümliche Bakterienart, welche sich von allen bisher sonst bekannten Mikroorganismen in auffälliger Weise unterschied. Die einzeln liegenden, ziemlich dicken und plumpen, stäbchenförmigen Glieder zeigten vielfach eine sehr deutlich ausgesprochene Biegung über die Längsachse bis zur beinahe halbkreisartigen Krümmung hin. Die Bakterien erinnerten dann lebhaft an das Bild, welches uns das Komma der Druckschrift bietet, und so verlieh Koch dem neuen Mikroorganismus den Namen „Kommabacillus“, unter welchem derselbe rasch eine universelle Berühmtheit erhielt.

Die Bakterien treten in den Ausstrichpräparaten, wie eben bereits erwähnt, gewöhnlich einzeln, seltener paarweise auf. Im letzteren Falle legen sie sich so aneinander, dass die gebogenen Glieder mit dem Rücken nach verschiedenen Seiten sehen und also eine S-Form entstehen lassen, wie man dies beispielsweise in Fig. 85 — etwas nach oben von der Mitte des Gesichtsfeldes — unschwer erkennen wird. Die Menge der Bakterien im Darminhalt ist eine wechselnde. Meist liegen sie im Präparat in mässig dichten Zügen (Fig. 84) zwischen ausgebreiteten Schleimflocken oder abgestossenen Epithelzellen, welche die Farbe gleichfalls angenommen haben. Anfänglich vergesellschaftet mit den normalen Darmbewohnern, den Fäulnissbakterien, drängen sie die letzteren bald in den Hintergrund und erscheinen namentlich auf der Höhe des Anfalls geradezu in Reincultur, so dass man dann hier und da auf so massige Schwärme stösst, wie sie uns in Fig. 85 zur Anschauung gebracht werden. In beiden Präparaten überwiegen die gekrümmten Formen, doch bemerkt man daneben zahlreiche gestreckte Elemente, an denen kaum die leiseste Andeutung einer Einbiegung wahrzunehmen ist.

Im Verlaufe der Affektion dringen die Mikroorganismen auch in die Darm-



Fig. 84.

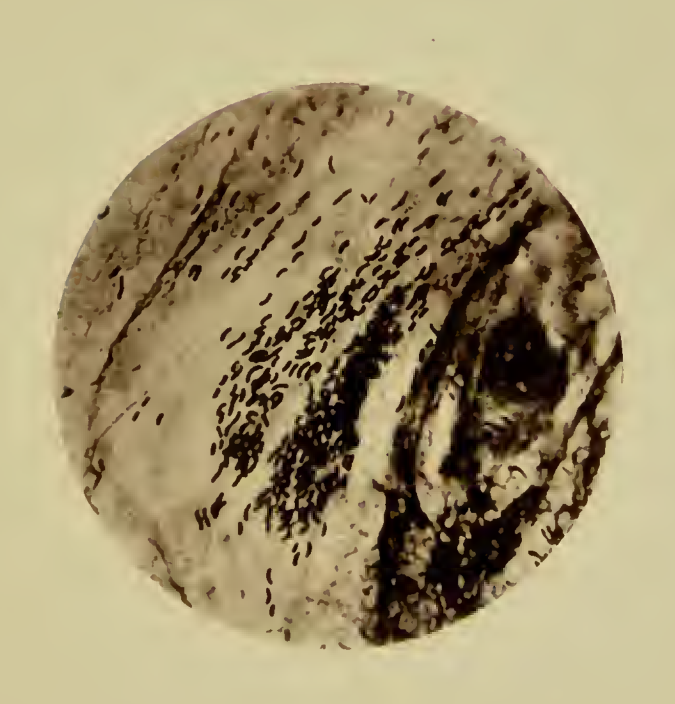


Fig. 85.



Tafel XLIII.

Tafel XLIII.

Figur 86. Choleravibrio. Darm einer Choleraleiche. Schnittpräparat, gefärbt mit alkalischem Methylenblau. Vergr. 500 ×, wie in Fig. 34.

Figur 87. Choleravibrio. Colonien auf der Gelatineplatte, 18 Stunden alt. Vergr. 100 ×, Apochromat 16 mm; Projektionsocular 2. Sonnenlicht.

---

wand selbst ein und setzen sich besonders in den schlauchförmigen Drüsen fest. Doch ist ihr Nachweis hier mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Es scheint, als ob die Härtung des Gewebes in Alkohol, welche der Zerlegung in einzelne Schnitte vorausgehen muss, die an und für sich nicht eben grosse Neigung der Bakterien zur Aufnahme des Farbstoffs noch weiter herabsetzt und auch auf ihr äusseres Verhalten schädigend einwirkt. Wenigstens bedarf es einer längeren Behandlung der Präparate mit alkalischer Methylenblaulösung und einer sehr vorsichtigen Entfärbung, um zu brauchbaren Ergebnissen zu gelangen und die Kommabacillen in ihrer charakteristischen Gestalt innerhalb des Gewebes aufzufinden. Fig. 86 zeigt uns einen Querschnitt durch die Wandung eines Choleradarms. Die abgebildete Ebene lässt namentlich im Innern der die Mitte des Gesichtsfeldes einnehmenden, schräg getroffenen Drüse deutlich mehrere Kommabacillen erkennen, während die von Koch beobachtete Ansiedelung der Bakterien zwischen Drüsenepithel und Basalmembran hier augenscheinlich nicht Statt gehabt hat.

Bringt man die Mikroorganismen auf unsere gebräuchlichen künstlichen Nährmittel, so schicken sie sich alsbald und schon bei gewöhnlicher Zimmerwärme zu ausgiebiger Entwickelung an. Auf der Gelatineplatte tauchen bei 22° bereits nach 12—18 Stunden zahlreiche kleine Colonien auf, die bei mikroskopischer Betrachtung mit schwachen Objectiven ein recht eigenartiges Bild darbieten (Fig. 87). Die Umgrenzung der einzelnen kleinen Reinculturen ist nicht, wie bei den meisten anderen Bakteriencolonien, eine scharf von der Umgebung abgesetzte, sondern zeigt ganz unregelmässige, vielfach ausgebuchtete und höckerige Contouren. Schon bei den allerwinzigsten Colonien tritt dies deutlich hervor, und zugleich macht sich auch eine sehr auffallende Körnung im inneren Gefüge der Bakterienhaufen bemerklich. Gehören die Colonien nicht genau der eingestellten Ebene an, so lässt sich in Folge der Lichtbrechungsunterschiede um die höher liegenden ein heller, um die tieferen ein dunkler Hof erkennen, der allerdings hier von Anfang an ausgeprägter zu sein pflegt, als man es sonst in anderen Fällen wohl beobachtet. Diejenigen Colonien endlich, welche sich fast völlig ausserhalb des Machtgebietes der Linse befinden, werfen nur noch schwache Schatten in das Gesichtsfeld und erscheinen in völlig verzerrter Gestalt.

Im weiteren Verlaufe der Entwickelung gelangen diese Eigenthümlichkeiten zu immer schärferer Ausbildung. Fig. 88 zeigt uns die Gelatineplatte nach 24 Stunden. Die Colonien haben erheblich an Grösse zugenommen, und namentlich die Granulirung ihres Inhalts macht sich jetzt in so ausgesprochenem Maasse

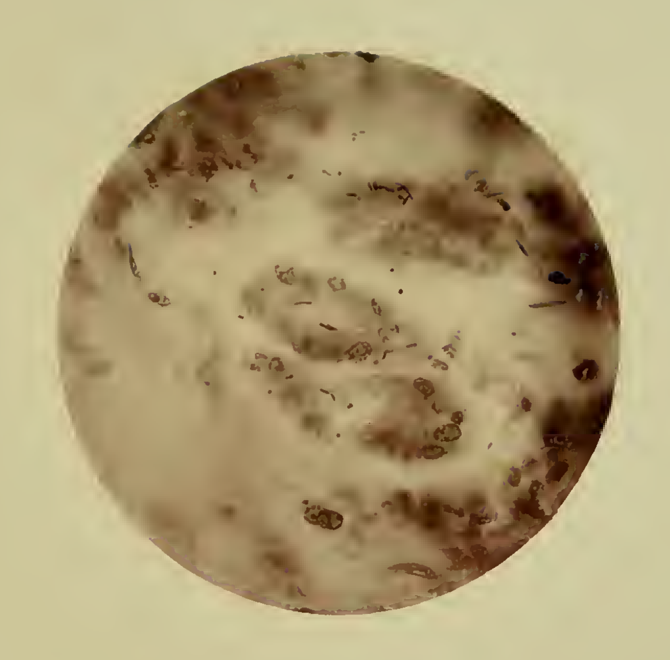


Fig. 86.

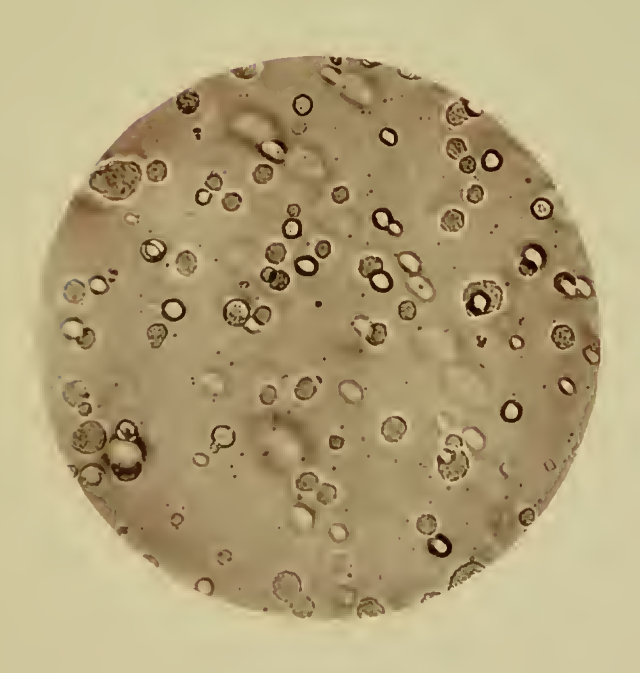


Fig. 87.

Tafel XLIV.

Tafel XLIV.

Figur 88. Choleravibrio. Colonien auf der Gelatineplatte, 24 Stunden alt. Vergr. 100 ×, wie Fig. 87.

Figur 89. Choleravibrio. Colonien auf der Gelatineplatte, 30 Stunden alt. Vergr. 100 ×, wie Fig. 87.

Figur 90. Choleravibrio. Colonie auf der Gelatineplatte, 48 Stunden alt. Vergr. 150 ×, wie Fig. 87.

---

geltend, dass das Ganze ein geradezu glänzendes, glitzerndes Aussehen gewinnt, „als wäre es“, wie Koch sich ausdrückt, „aus kleinen Glasbröckchen zusammengesetzt“. Die unregelmässigen Umrisse sind noch deutlich wahrzunehmen, und ausserdem bemerkt man nun auch an denjenigen Colonien, welche genau in der eingestellten Ebene liegen, einen mehr oder minder breiten Lichthof, durch den sich die beginnende Verflüssigung des Nährbodens zu erkennen giebt. Fig. 89 führt eine Stelle der gleichen Platte nach 30 Stunden vor. Der höckerige Aufbau, die Körnung, der helle Saum verleihen den Colonien ein ganz charakteristisches Aussehen. Fig. 90 bringt eine einzelne Colonie nach 48 Stunden. Die Erweichung der Gelatine hat inzwischen erhebliche Fortschritte gemacht, um den Bakterienhaufen hat sich eine kreisrunde, trichterförmige Einsenkung gebildet, die sich scharf von der fest gebliebenen Umgebung abhebt, und auf deren Grund die Colonie herabgesunken ist. Stellt man die letztere ein, so erscheint die peptonisirte Zone als dunkler Hof, aus welchem die glänzende Colonie energisch hervorleuchtet.

Ganz ähnliche Verhältnisse lassen sich auch bei der Entwickelung der Stichcultur in der festen Gelatine des Reagensglases beobachten. Schon am zweiten Tage nach erfolgter Impfung (Fig. 91) wird das Wachsthum längs des ganzen Stichcanals bemerkbar. Weitaus am raschesten geht dasselbe freilich in den alleroberstem Partien von Statten, wo der Sauerstoff der Luft ungehinderten Zutritt hat. Hier kommt es alsbald zur Erweichung der Gelatine und damit, wie auf der Platte, zur Entstehung eines in den Nährboden eingefressenen Verflüssigungstrichters mit steil abfallenden Wandungen. Derselbe vergrössert sich im Laufe der nächsten Tage (Fig. 92) und nimmt eine halbkugelige Gestalt an; in seinem oberflächlich gelegenen Abschnitt verdunstet die gebildete Flüssigkeit rasch, und in Folge der nun auftretenden Lichtbrechungsverhältnisse gewinnt dieser Theil meist das Aussehen einer Luftblase, welche über der ganzen Cultur zu schweben scheint. Die Bakterien selbst sinken mehr und mehr nach unten, belegen den Boden des Verflüssigungstrichters und die obere Hälfte des Impfstiches, der gleichfalls an Ausdehnung gewinnt. Am fünften oder sechsten Tage pflegt die Entwickelung das charakteristischste Bild zu zeigen (Fig. 93); die Luftblase ist noch vorhanden, die oberflächliche Einsenkung hat eine schalenförmige Gestalt erhalten und ist von den Mikroorganismen vollständig geräumt worden, der ganze Stichcanal aber ist angefüllt mit dichten Bakterienmassen, welche meist in eigenthümlich gewundenen und lockig aufgedrehten Knäueln angeordnet sind.

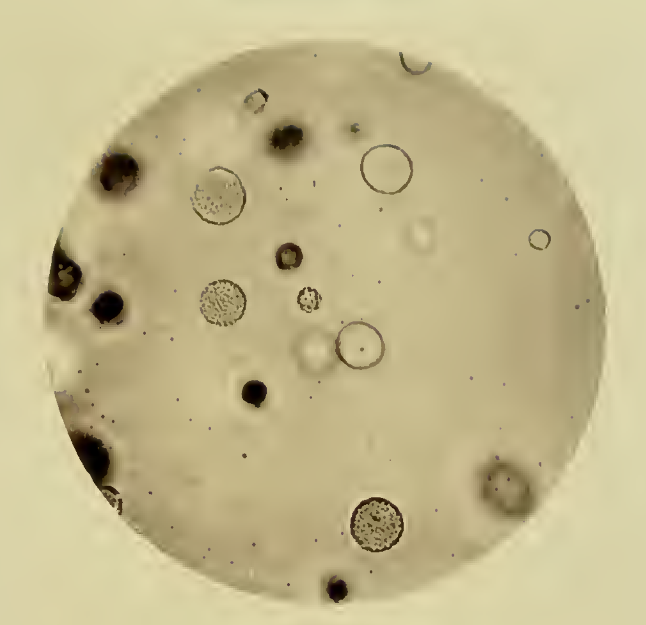


Fig. 88.

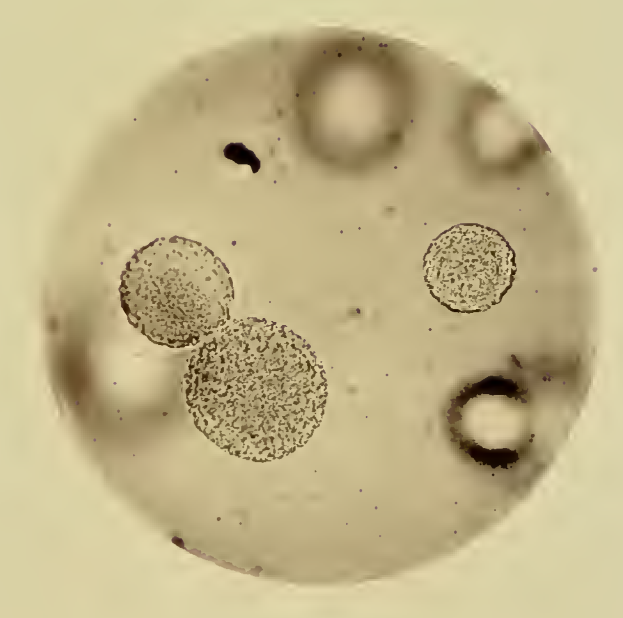


Fig. 89.



Fig. 90.

Tafel XLV.

Tafel XLV.

Figur 91. Choleravibrio. Sticheultur in Nährgelatine, 2 Tage alt. Natürliche Grösse, wie Fig. 30.
Figur 92. Choleravibrio. Sticheultur in Nährgelatine, 3 Tage alt. Natürliche Grösse, wie Fig. 30.
Figur 93. Choleravibrio. Sticheultur in Nährgelatine, 6 Tage alt. Natürliche Grösse, wie Fig. 30.

Fertigt man von einer frischen, 2—3mal 24 Stunden alten Gelatinecultur ein Ausstrichpräparat an (Fig. 94) und färbt dasselbe mit Fuchsin oder Gentianaviolet, so erscheinen wieder die gekrümmten, einzeln liegenden, plumpen, mit abgerundeten Enden versehenen Kommabacillen, die wir schon im Darminhalt kennen gelernt hatten. Dagegen wird das Bild ein anderes, wenn man die Mikroorganismen nicht auf festen, sondern in flüssigen Nährböden, z. B. in peptonhaltiger Bouillon züchtet. Impft man einen Tropfen der letzteren mit den Bakterien, hält denselben einen Tag lang im Brütschrank, breitet ihn nun auf einem Deckglase aus und behandelt dieses in der gewöhnlichen Weise mit einer der gebräuchlichen Farblösungen, so stösst man im Präparate vielfach auf Dinge, denen man bisher noch nicht begegnet war. Die Cholerabakterien sind an manchen Stellen zu langen Verbänden ausgewachsen, die mehr als das hundertfache der Ausdehnung eines einzelnen Gliedes erreichen können (Fig. 95) und sich als zweifellose Spirillen darstellen. An dem gerade hier abgebildeten Beispiel kann man deutlich die mässig steilen Windungen des Schraubenganges nach den verschiedenen Dimensionen hin verfolgen und sich davon überzeugen, dass man nicht etwa nur einen in Wellenlinien verlaufenden Faden, sondern eine korkzieherartig gedrehte Schraube vor sich hat.

Es ist diese Thatsache von entscheidender Bedeutung für unsere ganze Anschauung über das morphologische Verhalten der „Kommabacillen". Handelte es sich hier in Wahrheit um gekrümmte Stäbchen, so müssten im weiteren Verlaufe aus denselben mehr oder minder kreisförmig geschlossene Formen oder einfach über die Längsachse gebogene Verbände hervorgehen. Das Auftreten echter Spirillen ist ein Beweis dafür, dass schon das einzelne Glied, der einzelne Kommabacillus eine ausgesprochene Torsion, eine Drehung besitzt, wie man dies in der That auch an einigen in unserem Photogramm dargestellten Exemplaren — namentlich im rechten oberen Viertel des Gesichtsfeldes — wahrnehmen kann. Der Mikroorganismus der Cholera asiatica gehört deshalb in die Klasse der Schraubenbakterien und wird in jene Unterart derselben eingereiht, welche meist nur in kurzen Elementen vorkommt und gewöhnlich mit dem Namen „Vibrio" belegt wird.

Bei einem Vergleich der Figg. 94 und 95 wird der ausserordentliche Grössenunterschied zwischen den abgebildeten Bakterien auffallen, obwohl beide Photogramme doch mit 1000 × angefertigt sind. Es ist dies dieselbe Erscheinung, welche uns schon bei den Figg. 82 und 83 begegnet war und dort ihre Erklärung gefunden hatte. In dem einen Falle handelt es sich um ein frisches.

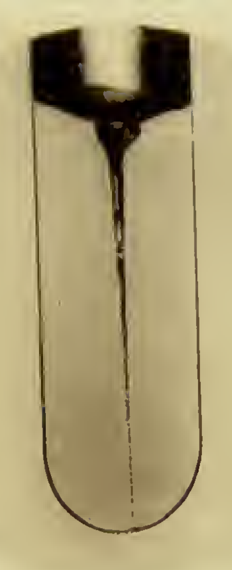


Fig. 91.



Fig. 92.



Fig. 93.

Tafel XLVI.

Tafel XLVI.

Figur 94. Choleravibrio. Gelatinecultur, 2 Tage alt. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 95. Choleravibrio. Bouilloncultur, 2 Tage alt. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

---

in Wasser liegendes, noch die gequollenen, saftstrotzenden Leiber der Mikroorganismen aufweisendes Präparat, in dem anderen um ein seit langer Zeit in Canadabalsam eingeschlossenes und so „mumificirtes" Objekt.

Wenn wir hier nochmals auf diese Thatsache zurückkommen, so geschieht das weniger, um auf Dinge aufmerksam zu machen, die bereits besprochen sind, als um an der Hand eines besonders bezeichnenden Beispiels darauf hinzuweisen, einen wie geringen Werth die vielfach beliebten Grössenbestimmungen der Bakterien an gefärbten Präparaten besitzen. In Fig. 94 erscheinen die Choleravibrionen wohl doppelt so lang und dick als in Fig. 95, und wer seinen Messungen an dem einen oder andern Objekt nun allgemeiner gültige Schlüsse entnehmen wollte, würde damit nur zu Irrthümern Veranlassung geben. Aber selbst an ungefärbten, die natürlichen, unveränderten Verhältnisse aufweisenden Bakterienpräparaten liegen die Dinge nicht viel besser. Die Länge der einzelnen Glieder ist nach dem Wachsthumszustand und den Entwickelungsbedingungen der Zellen oder, wie z. B. bei den Milzbrandbacillen, nach der Anzahl der zu einem Ganzen vereinigten Elemente so erheblichen Schwankungen unterworfen, dass von zuverlässigen Resultaten füglich nicht die Rede sein kann, und auch die Breite der Bakterien wechselt innerhalb ziemlich weiter Grenzen. So verzichtet man wohl am besten ganz auf solche Angaben, die bis auf Bruchtheile eines tausendstel Millimeters gehen und sucht nicht sich selbst und andere durch eine eingebildete Genauigkeit zu täuschen.

Eine sprechende Illustration für die Richtigkeit dieser Ausführungen giebt auch die nächste Abbildung (Fig. 96). Die Choleravibrionen erscheinen hier noch bedeutend feister und mächtiger als in Fig. 94 und machen geradezu den Eindruck vollgesogener Blutegel. Es handelt sich um Bakterien, die einer frischen Cultur entnommen und dann nach dem Löffler'schen Verfahren der Geisselfärbung behandelt worden sind. Einen schönen Erfolg dieser Methode hatten wir schon in Fig. 47 mitgetheilt. Wir waren dort in der Lage gewesen, zum ersten Male das Vorkommen seitlicher Geisselfäden und zwar an den Oedembacillen und, wie wir beiläufig bemerkten, auch an den Typhusbacillen nachzuweisen. Doch waren die Ergebnisse keine ganz gleichmässigen, und Löffler hat es mit Recht einen glücklichen Zufall genannt, der uns zu so unzweideutigen Resultaten führte. Er selbst gelangte zu dem gleichen Ziele erst, nachdem er sein Verfahren noch weiter ausgebildet und erheblich vervollkommnet hatte. Er zeigte, dass die Reaction der Beizflüssigkeit von wesentlichstem Einfluss auf den Ausfall der Färbung sei. Einige Bakterien verlangen eine stark alkalische, andere eine intensiv saure Ferrotannatlösung, um bei der späteren

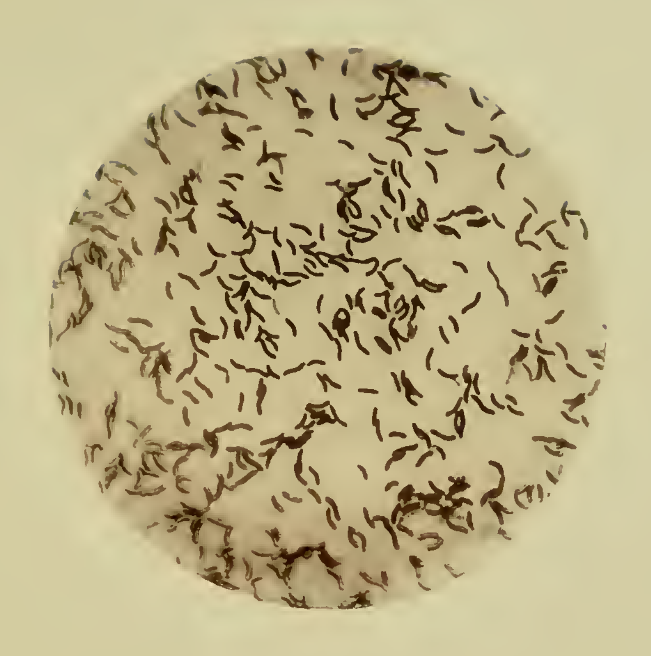


Fig. 94.



Fig. 95.

Tafel XLVII.

Tafel XLVII.

Figur 96. Choleravibrio. Agarcultur, 20 Stunden alt. Geisseltragende Zellen: Ausstrichpräparat, gefärbt nach der Löffler'schen Methode. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 97. Choleravibrio. Bouilloncultur, 3 Wochen alt. Involutionsformen; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Behandlung mit dem eigentlichen Farbstoff die Geisseln hervortreten zu lassen. Die Choleravibrionen stehen fast genau in der Mitte zwischen diesen beiden Extremen, doch scheint ein geringer Säurezusatz zur Beize immerhin von förderlichem Einfluss auf den Ausfall der Färbung zu sein. An gut gelungenen Präparaten bemerkt man dann, dass jedes Glied an dem einen Ende einen leicht wellig gebogenen Geisselfaden trägt, der etwa die doppelte Länge des Mikroorganismus selbst zu besitzen pflegt. Ausser den Choleravibrionen haben, so viel uns bis jetzt bekannt ist, nur einige wenige Bakterienarten, z. B. die dem Kommabacillus nahe verwandten Finkler-Prior'schen und Metschnikoff'schen Vibrionen, dann der Bac. pyocyaneus u. a. eine einzige Geissel, während die weitaus grössere Mehrzahl aller beweglichen Bakterien deren mindestens zwei besitzt. Bei der Löffler'schen Cilienfärbung gewinnt der Bakterienkörper, der Protoplasmaleib stets erheblich an Umfang, so dass es uns nicht Wunder nehmen darf, wenn das Maass der hier abgebildeten Kommabacillen so weit über die gewöhnliche Grenze hinauszuwachsen scheint.

Ueberlässt man die künstlichen Culturen der Choleravibrionen einer ungestörten Fortentwickelung, so tritt früher oder später doch ein Zeitpunkt ein, wo ein ferneres Wachsthum kaum noch statt hat und die Vermehrung der Mikroorganismen nach und nach ins Stocken geräth. Die angehäuften Stoffwechselprodukte der Bakterien selbst sind es, welche dies veranlassen und einen Theil der vorher gebildeten Zellen zum Absterben bringen. Eine grosse Anzahl geht freilich nicht unmittelbar zu Grunde, sondern verkrüppelt nur, und so kommt es zur Entstehung der wunderlichsten Misswüchse und Zerrgestalten, welche ein Zeichen der tiefgreifenden Degeneration des Protoplasmas sind und bekanntlich mit dem Namen Involutionsformen belegt werden.

In besonders reichlicher und charakteristischer Weise trifft man dieselben in alten Bouillonculturen der Cholerabakterien an. Auf der Oberfläche des flüssigen Nährbodens bildet sich bei Brüttemperatur schon innerhalb weniger Tage eine stark gerunzelte, grauweisse Deckhaut, welche aus gewaltigen Mengen von Kommabacillen zusammengefilzt ist. Untersucht man dieselbe nun nach etwa 2 bis 3 Wochen, indem man kleine Theilchen auf dem Deckglase ausstreicht und in der gewöhnlichen Weise färbt, so stösst man in der That auf höchst eigenthümliche Gebilde (Fig. 97), die kaum noch eine entfernte Aehnlichkeit mit der typischen Gestalt unserer Mikroorganismen besitzen. Wurstförmig gequollene Glieder, an dem einen oder an beiden Enden keulenartig verdickte Zellen, grosse und kleine Kugeln, verunglückte Anläufe zur Spirillenbildung von wechselnder

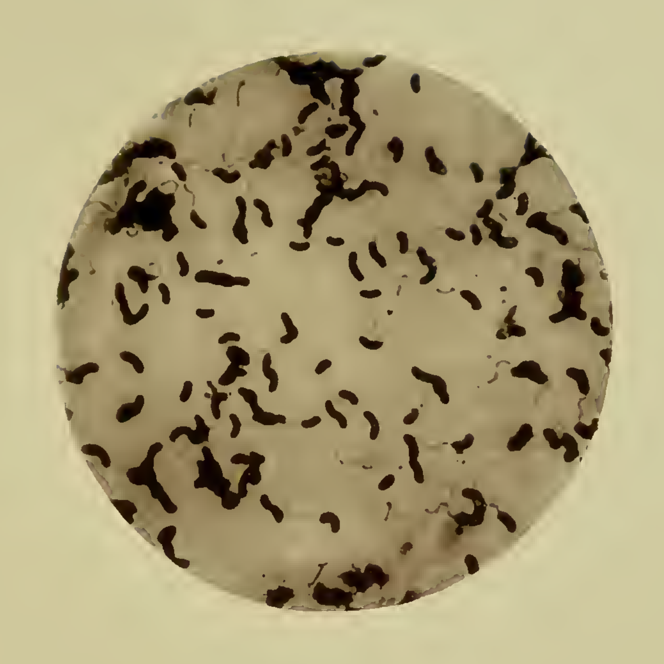


Fig. 96.

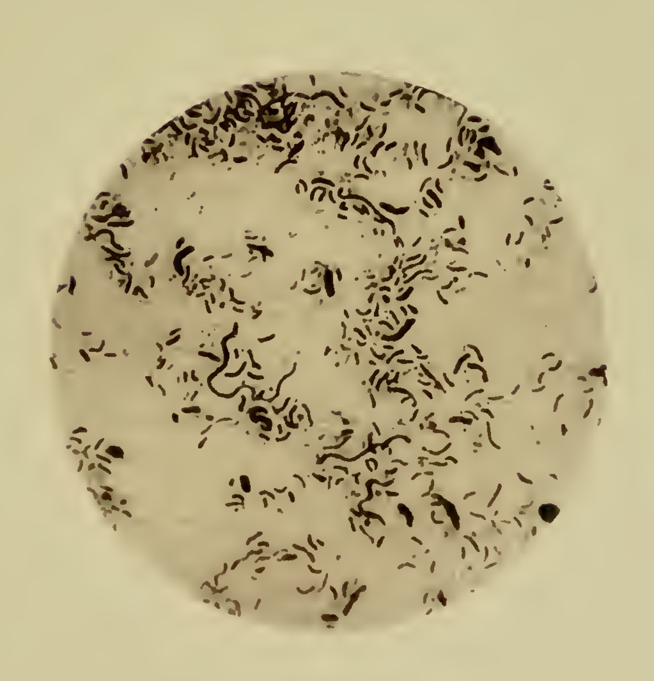


Fig. 97.

Tafel XLVIII.

Tafel XLVIII.

Figur 98. Choleravibrio. Cultur auf gestärkter Leinewand, 24 Stunden alt. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 99. Finkler-Prior's Vibrio. Colonie auf der Gelatineplatte, 24 Stunden alt; ungefärbt. Vergr. 100 ×, wie Fig. 87.

Länge und Breite liegen bunt durcheinander. Die überwiegende Mehrzahl der in dem Präparate vorhandenen Elemente hat den Farbstoff überhaupt nur andeutungsweise aufgenommen, ein Zeichen, dass es sich hier um bereits vorher abgestorbene und zu Grunde gegangene Bakterien handelt. Wie schwache Schatten tauchen dieselben im Hintergrunde des Gesichtsfeldes auf und heben sich scharf von den satt gefärbten Leibern der zwar auch schon in der Degeneration begriffenen, aber doch noch lebenden Krüppelformen ab.

Ein in mancher Hinsicht interessantes Objekt führt uns Fig. 98 vor. Bei Gelegenheit ihrer Untersuchungen in Indien fanden Koch und seine Begleiter auf einem Stück des leinenen Bettbezuges, welchen ein an Cholera verstorbener Mensch während seines kurzen Aufenthalts im Krankenhause benutzt und mit seinen Entleerungen besudelt hatte, ausserordentlich reiche Mengen der Cholerabakterien, die sich geradezu in Reincultur präsentirten. In der That gelingt es auch ohne Schwierigkeiten, die Kommabacillen auf frisch gestärkter Wäsche in genügend feuchter Umgebung binnen 24 Stunden zu so ausgiebiger Entwickelung zu bringen, dass mit diesem Material bestrichene Deckgläser Klatschpräparate von Plattencolonien vorzutäuschen vermögen. In dichten Massen liegen die Mikroorganismen, deren charakteristische Form vielfach besonders deutlich hervortritt, eng beieinander, und man begreift es einem solchen Bilde gegenüber wohl ohne weiteres, dass Wäsche unter Umständen zur Verbreitung des Infektionsstoffes, zur Verschleppung der Krankheit, mehr wie geeignet sein muss.

In der ersten Zeit nach der Entdeckung des Choleravibrio erhoben sich von den verschiedensten Seiten Stimmen, welche die specifische Bedeutung des neu gefundenen Mikroorganismus bezweifeln wollten und namentlich das ausschliessliche Auftreten desselben bei der Cholera asiatica in Frage stellten. So veröffentlichten Finkler und Prior in Bonn eine Reihe von Beobachtungen, wonach in Fällen von Cholera nostras, der einheimischen Sommerdiarrhoe, eine mit dem Koch'schen Kommabacillus übereinstimmende Bakterienart vorkommen solle, der ätiologische Charakter des Koch'schen Vibrio also nicht aufrecht zu erhalten sei. Nähere Untersuchungen zeigten jedoch, dass diese Angaben unbegründet waren. Allerdings steht das Bakterium, welches die eben genannten Forscher vor sich gehabt hatten, entschieden in verwandtschaftlichen Beziehungen zum echten Kommabacillus und gehört mit demselben in eine enger begrenzte Gruppe von Mikroorganismen. Aber auf der anderen Seite ist es doch von dem Cholerabakterium durch eine ganze Reihe scharf hervortretender Differenzen so lebhaft unterschieden, dass nur eine oberflächliche Prüfung glauben

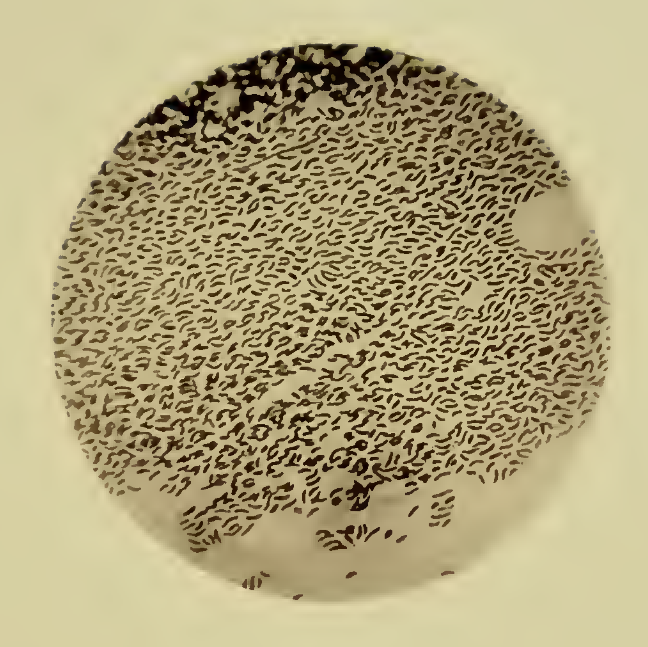


Fig. 98.

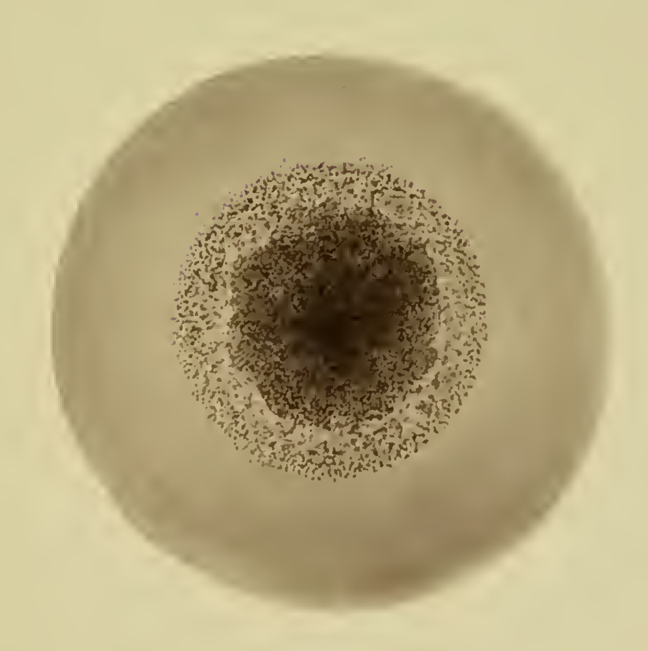


Fig. 99.

Tafel XLIX.

Tafel XLIX.

Figur 100. Finkler-Prior's Vibrio. Gelatinecultur, Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 101. Finkler-Prior's Vibrio. Stichcultur in Gelatine, 48 Stunden alt; ungefärbt, natürliche Grösse, wie Fig. 30.

---

konnte, es handle sich hier um identische Dinge, und dass Finkler und Prior selbst bei genauerer Prüfung offen ihren Irrthum eingestanden.

Die einzelnen Glieder, einer Reincultur entnommen (Fig. 100), zeigen sich, wie ein Vergleich mit Fig. 94 wohl sofort deutlich macht, erheblich dicker, kürzer und plumper als bei den eigentlichen Kommabacillen. Im übrigen haben wir es freilich auch hier nicht mit einem gekrümmten Stäbchen, sondern mit einem wirklichen Schraubenbakterium, einem Vibrio zu thun, der zuweilen, allerdings weit seltener als der Choleravibrio, sogar zu langen Spirillen auswächst.

Besonders anschaulich tritt das voneinander abweichende Verhalten der beiden Bakterienarten bei Betrachtung ihres Wachsthums auf der Gelatineplatte (Fig. 99) und in der Stichcultur (Fig. 101) hervor. Der Finkler-Prior'sche Mikroorganismus entwickelt sich sehr viel rascher und verflüssigt die Gelatine in erheblich weiterem Umfange als der echte Kommabacillus der Cholera asiatica. Hatten wir dort nach 24 Stunden (Fig. 86) erst kleine, noch fest in sich geschlossene Colonien, die kaum in den Nährboden einzusinken begannen, so sehen wir hier (Fig. 99) nach der gleichen Zeit eine weit ausgedehnte, tief in die Gelatine eingedrungene Bakterienansammlung, die an das Aussehen und Verhalten des Heubacillus (Fig. 44) erinnert. Die dichte Mitte, den aufgelockerten, von einem Strahlenkranze eingefassten Saum hatten wir auch bei jenem angetroffen.

Im Reagensglase macht sich bereits nach kurzer Zeit längs des ganzen Impfstichs eine schnell um sich greifende Erweichung der Gelatine bemerklich. Ehe 2 × 24 Stunden vergangen sind, hat die Bakteriencultur eine weite strumpf- oder hosenbeinähnliche Vertiefung in den festen Nährboden eingefressen (Fig. 101). Die reichen Mengen der gebildeten Flüssigkeit lassen es nicht zu einer erheblicheren Eintrocknung der oberflächlichen Schichten kommen, und so gelangt jene „Luftblase“ nicht zur Entwickelung, welche uns an den Choleraculturen aufgefallen war. Auch findet man hier nicht die zierlich gedrehten, zu Boden gesunkenen Bakterienhaufen, sondern der verflüssigte Bezirk enthält in seiner ganzen Ausdehnung die gleichmässig vertheilten Mikroorganismen, die demselben ein fein granulirtes, wolkig getrübtes Aussehen verleihen.

Ist der Finkler'sche Mikroorganismus daher dem echten Kommabacillus auch wohl verwandt, so hebt er sich von demselben doch durch mannigfache und leicht erkennbare Merkmale so deutlich ab, dass eine Trennung keine Schwierigkeiten macht. Eine andere Art dagegen, das von Gamaleia im Darminhalt des Hausgeflügels, besonders junger Hühner, gefundene und als Vibrio Metschni-

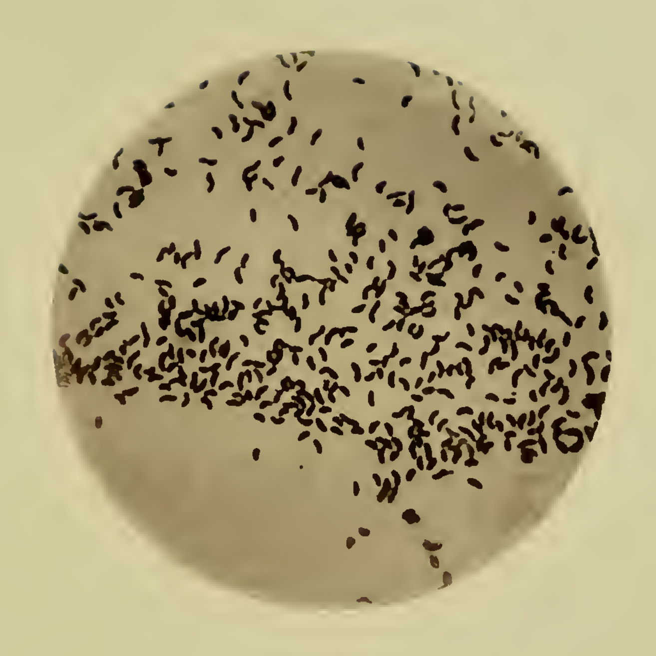


Fig. 100.



Fig. 101.

Tafel L.

Tafel L.

Figur 102. Vibrio Metschnikoff. Taubenblut; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 103. Vibrio Metschnikoff. Gelatinecultur; Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

---

koff beschriebene Bakterium ist dem Vibrio der Cholera asiatica nach vielen Richtungen hin zum Verwechseln ähnlich, und es bedarf einer ebenso eingehenden wie sachkundigen Untersuchung, um die Differenzpunkte hier in jedem einzelnen Falle mit Sicherheit festzustellen.

Dass derartige Abweichungen thatsächlich bestehen, ist allerdings zweifellos. Was zunächst die Form, die äussere Gestalt betrifft, so stimmt der Vibrio Metschnikoff in Präparaten aus künstlichen Reinculturen (Fig. 103) mit dem echten Kommabacillus so gut wie völlig überein, und es dürfte beispielsweise ganz unmöglich sein, bei den in Fig. 103 und 98 abgebildeten Objekten die Frage der Herkunft mit einiger Bestimmtheit zu entscheiden. In Fig. 103 erscheinen auch vereinzelte Spirillen, die freilich lange nicht die Ausdehnung und charakteristische Entwickelung erreicht haben, wie das in unserem entsprechenden Cholerapräparat (Fig. 95) dargestellte Exemplar. Entnimmt man die Gamaleia'schen Bakterien aber dem lebenden Thierkörper (Fig. 102), so machen sich doch auch morphologische Unterschiede bemerkbar. Der Vibrio Metschnikoff zeigt sich jetzt dicker, kürzer und dabei etwas stärker gebogen als der Choleravibrio, ohne dass diese Differenz· freilich als eine durchgreifende und regelmässig hervortretende bezeichnet werden könnte.

In seinen künstlichen Culturen nimmt der Vibrio Metschnikoff eine eigenthümliche Mittelstellung zwischen dem Koch'schen und dem Finkler'schen Bakterium ein. Sein Wachsthum übertrifft an Schnelligkeit und Energie das des ersteren, ohne das des letzteren zu erreichen. Doch kommen auch Abweichungen nach der einen und nach der andern Seite vor. So kann man auf derselben Gelatineplatte nebeneinander Colonien finden, die auf ein Haar solchen des Finkler'schen Vibrio oder solchen des echten Kommabacillus gleichen, und zwischen diesen beiden Endformen liegen Uebergänge jeder Art. Wir haben deshalb auf eine bildliche Darstellung dieser Verhältnisse absichtlich verzichtet, weil dieselbe uns doch nichts neues gebracht hätte.

Nur eine Stichcultur des Vibrio Metschnikoff in Gelatine glaubten wir noch vorführen zu dürfen (Fig. 104), da die geradezu frappante Uebereinstimmung, die nach vielen Richtungen hin zwischen Choleravibrio und Vibrio Metschnikoff besteht, durch dieselbe in ein besonders helles Licht gesetzt wird. Die hier gezeigte Reagensglascultur könnte ohne weiteres auch als eine typische Choleracultur ausgegeben werden, und Niemand würde im Stande sein, das geringste Unterscheidungsmerkmal zu entdecken. Die Luftblase, die obere stark verflüssigte Partie, der in einzelne Bruchstücke zerrissene Impfstich, alles

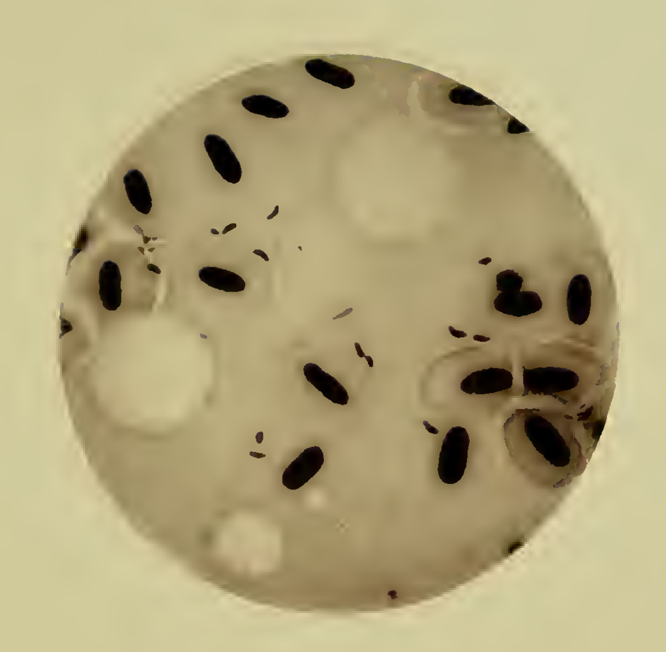


Fig. 102.

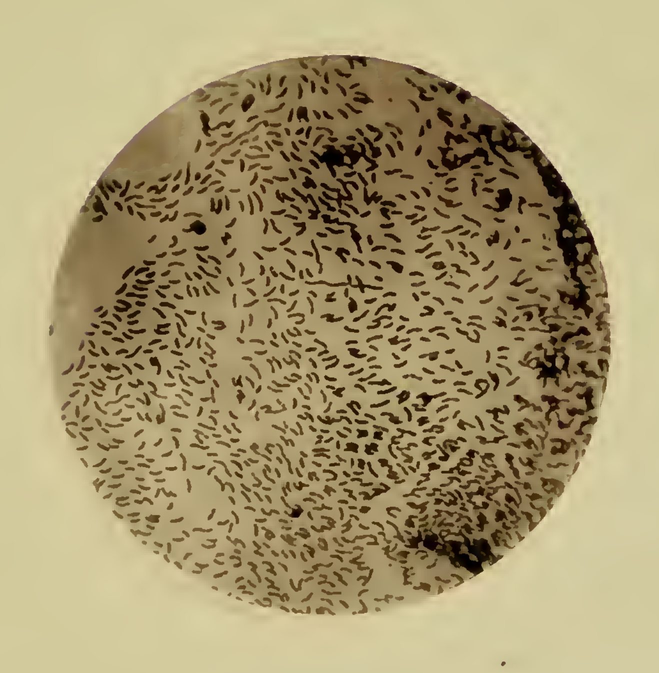


Fig. 103.

Tafel LI.

Tafel LI.

Figur 104. Vibrio Metschnikoff. Stichcultur in Gelatine, 48 Stunden alt. Ungefärbt, natürliche Grösse, wie Fig. 30.

Figur 105. Zahnschleim. Kommabacillen, Spirochaeten und Leptothrix. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

---

charakterisirt die Gelatinecultur der Cholerabakterien, wie sie im Buche steht. Und doch ist auch hier eine Abweichung vorhanden, die freilich in der Abbildung nicht hervortritt: die echten Cholerabakterien würden diese Höhe der Entwickelung erst nach 5—6 Tagen erreichen, der Vibrio Metschnikoff zeigt dieselbe bereits nach kaum 2 × 24 Stunden.

Eine durchgreifende Differenz endlich betrifft das pathogene Verhalten der beiden Arten. Während die Koch'schen Kommabacillen unter natürlichen Bedingungen ausschliesslich beim Menschen beobachtet werden und im Versuch auf Thiere nur unter grossen Schwierigkeiten übertragen werden können, hat der Vibrio Metschnikoff umgekehrt gerade im Thiergeschlecht sein Herrschaftsgebiet. Für Meerschweinchen, Hühner und Tauben erweist er sich als hervorragend infectiös, und eine kleine Quantität seiner Reincultur, einer Taube durch subcutane Impfung beigebracht, führt in 24 Stunden mit Sicherheit zum Tode des Thieres. Bei der mikroskopischen Untersuchung findet man im Blute (Fig. 102) und in sämmtlichen inneren Organen reiche Mengen der Vibrionen, deren eigenthümliche Gestalt unter diesen Verhältnissen wir vorhin besprochen haben.

Die nächste Abbildung (Fig. 105) zeigt uns endlich noch eine weitere Art von „Kommabacillen“, die in der That auch schon einmal (von Lewes in England) für identisch mit den Cholerabakterien erklärt worden ist. Kratzt man mit Hülfe eines kleinen Skalpells den an der Grenze des Zahnfleisches auf der Oberfläche der Zähne, namentlich der unteren Schneidezähne, haftenden Belag, den sogenannten Zahnschleim ab und fertigt in der bekannten Weise ein Ausstrichpräparat desselben an, so stösst man häufig auf eine ausserordentlich grosse Zahl verschiedenartiger Mikroorganismen, unter denen besonders stark gekrümmte, in ihrem Aussehen lebhaft an die echten Kommabacillen erinnernde Bakterien ins Auge fallen. Die näheren Eigenschaften derselben sind uns noch unbekannt, da es bisher trotz aller Mühe mit Sicherheit nicht hat gelingen wollen, sie künstlich auf unseren gebräuchlichen Nährböden zu züchten.

Nicht besser steht es mit einer zweiten in solchen Präparaten gleichfalls häufig zur Beobachtung kommenden Art, einem sehr feinen, zierlich gewundenen Spirillum, das unter dem Namen der Spirochaete denticola bekannt ist, und von welchem unser Photogramm namentlich ein wie ein Violinschlüssel gedrehtes Exemplar vorführt. Auch der dritte regelmässige Bewohner der Mundhöhle, der Leptothrix buccalis ist in unserem Präparate gut vertreten, und seine dicken, plumpen Glieder vervollständigen das hier abgebildete Bakterienstillleben, in welchem ausserdem noch Mikrokokken und Kurzstäbchen ihre Stelle gefunden haben, in würdiger Weise.



Fig. 104.

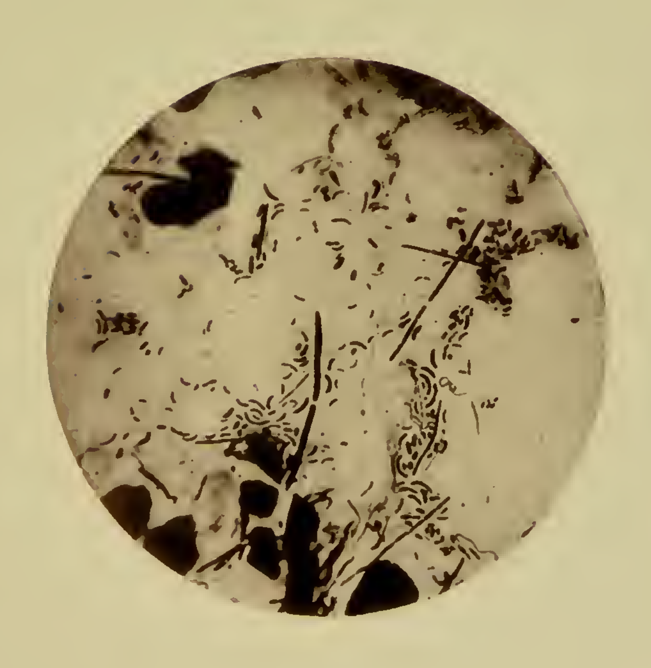


Fig. 105.

Tafel LII.

Tafel LII.

Figur 106. Typhusbacillus. Milz, Schnittpräparat, gefärbt mit alkalischem Methylenblau. Vergr. 200 ×, wie in Fig. 33.

Figur 107. Typhusbacillus. Dasselbe Präparat wie Fig. 106. Vergr. 500 ×, wie in Fig. 34.

Das Vorkommen besonderer Mikroorganismen beim Typhus abdominalis wurde im Jahre 1880 fast gleichzeitig von Eberth und von Koch bemerkt. Beiden Beobachtern fielen in der Milz und den mesenterialen Lymphdrüsen am Typhus verstorbener Menschen in eigenthümlichen Haufen angeordnete Stäbchen auf, welche sich durch ihr Aussehen, namentlich aber durch ihre geringe Empfänglichkeit für unsere gebräuchlichen Farbmittel von den gewöhnlichen Fäulnisskeimen unterschieden. Die genaueren Kenntnisse über diese Bakterien verdanken wir dann im wesentlichen den Forschungen von Gaffky, der dieselben zuerst auf unseren künstlichen Nährböden ausserhalb des Körpers züchtete, mit Hülfe dieses Verfahrens ihre Eigenart endgültig sicherstellte und den Nachweis ihres regelmässigen und ausschliesslichen Auftretens beim Typhus abdominalis erbrachte. An der Thatsache, dass es sich hier um die ursächlichen Erreger der eben genannten Krankheit handele, war darnach nicht mehr zu zweifeln, und da die Gaffky'schen Angaben in der Folge uneingeschränkte Bestätigung erfuhren, so wird die specifische Bedeutung der Typhusbacillen heute von allen Seiten rückhaltlos anerkannt.

Wie schon erwähnt, hatten bereits die ersten Untersucher wahrgenommen, dass die Lagerung der Stäbchen innerhalb des Gewebes eine besondere sei. Während andere Bakterien entweder mit den Blutgefässen die Organe gleichmässig durchsetzen, wie die Milzbrandbacillen (vergl. Figg. 33 u. ff.), oder regellos verstreut, wie die Leprabacillen (vergl. Fig. 73), oder in dichten Massen, wie die Diphtheriebacillen (vergl. Fig. 79) in die Erscheinung treten, findet man die Typhusbacillen stets nur in spärlichen, vereinzelten Nestern, in welchen sich die Stäbchen dann um so enger zusammendrängen.

Betrachtet man gefärbte Schnittpräparate aus typhösen Organen, z. B. der Milz, mit schwacher Vergrösserung, so heben sich diese Bakterienhaufen als dunkle, undurchsichtige Stellen deutlich genug von ihrer Umgebung ab (Fig. 106). Die wahre Natur derselben tritt freilich erst hervor, wenn man nun an Stelle des Trockensystems die Immersionslinse benutzt (Fig. 107): zwar vermag auch die letztere nicht alle Theile des dichten Gefüges zu durchdringen, aber an manchen etwas lichteren Stellen und namentlich gegen den Rand hin erkennt man doch zahlreiche, dicke, plumpe Stäbchen, die meist einzeln liegen, hier und da zu kurzen Verbänden ausgewachsen sind. Dass es gelingt, den Aufbau des Herdes so genau wahrzunehmen, wie in dem Falle, den uns Fig. 108 zeigt, ist allerdings eine entschiedene Seltenheit. Die gewählte, über die meist benutzte etwas hinausgehende Vergrösserung lässt die Stäbchen länger erscheinen;

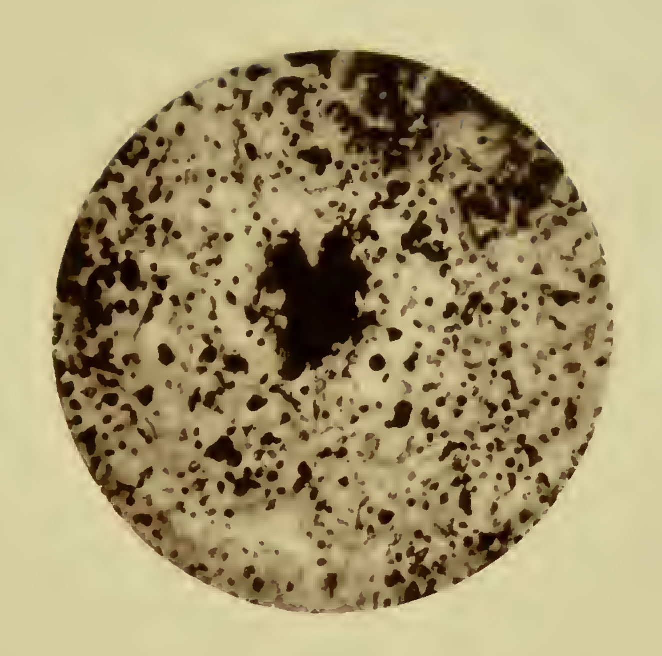


Fig. 106.

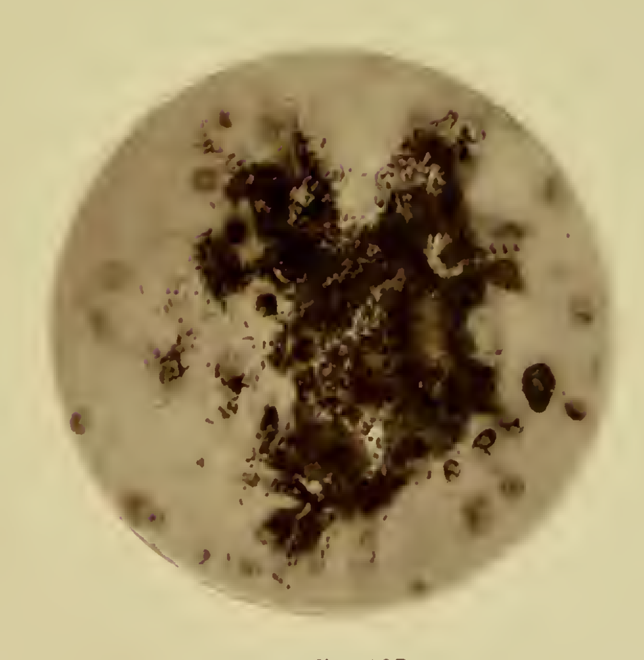


Fig. 107.

Tafel LIII.

Tafel LIII.

Figur 108. Typhusbacillus. Milz, Schnittpräparat*), gefärbt mit Carbolfuchsin. Vergr. 750 ×, Apochromat 16 mm, 0,30; Projectionsocular 4. Sonnenlicht.

Figur 109. Typhusbacillus. Colonien auf der Gelatineplatte, 3 Tage alt. Vergr. 100 ×, wie in Fig. 87.

---

als wir sie sonst zu sehen gewohnt sind und bringt dieselben vielfach in ihrer ganzen Ausdehnung zur Anschauung. Das die Bakterienhaufen umgebende Gewebe zeigt nichts bemerkenswerthes.

Ist das Auffinden der Typhusbacillen innerhalb der Organe schon durch ihre eigenthümliche Anordnung in nicht unerheblichem Maasse erschwert, so wird dieser Uebelstand noch vergrössert durch das besondere Verhalten der Stäbchen bei der Färbung. Nicht als ob sie der Aufnahme der Farbstoffe aussergewöhnlichen Widerstand entgegensetzten; aber die auffallende Schnelligkeit, mit welcher die Bakterien selbst bei schonendster Behandlung unter dem Einfluss der entfärbenden Mittel die Farbe wieder verlieren, macht es zu einer nicht eben leichten Aufgabe, in den Schnittpräparaten die Mikroorganismen gefärbt zu erhalten und das Gewebe gleichzeitig in der erforderlichen Weise zu entfärben. Das gebräuchlichste Verfahren für diesen Zweck ist das in dem ersten hier dargestellten Präparat (Figg. 106 u. 107) zur Anwendung gekommene: langdauernde Färbung in Löffler'scher Lösung, Entfärbung in einfachem Wasser, Entwässerung mit Anilinöl u. s. w. Das der Fig. 108 zu Grunde liegende Präparat ist nach kurzer Färbung mit Carbolfuchsin in saurem Wasser und Alkohol entfärbt worden.

Bringt man die Typhusbacillen auf Gelatineplatten, so entwickeln sich alsbald die charakteristischen Colonien, die meist schon am zweiten Tage für das blosse Auge erkennbar sind und im weiteren Verlaufe eine ziemlich bedeutende Ausdehnung erreichen können. Der Nährboden wird nicht verflüssigt; trotzdem macht sich gerade hier eine sonst nur bei den verflüssigenden Bakterienarten beobachtete Erscheinung in besonders auffallendem Maasse geltend, der Unterschied nämlich im Aussehen der tiefliegenden und der oberflächlichen Colonien (Fig. 109). Sind die ersteren scharfumgrenzte, rundliche oder in die Länge gezogene, wetzsteinförmige Gebilde, an denen häufig eine concentrische Schichtung und eine leichte Körnung des inneren Gefüges deutlich genug hervortreten, so zeigen uns die letzteren einen völlig anderen Anblick. Der Rand verläuft in ganz unregelmässigen Linien, vielfach unterbrochen durch tiefe Einschnitte und Zacken; namentlich aber springt die eigenthümliche Furchung in die Augen, welche die Oberfläche der Colonien auszeichnet und ihr eine ausgesprochene Aehnlichkeit mit einem feingerippten Blatte verleiht. In der Mitte solcher Colo-

*) Wir verdanken dieses Präparat der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Löffler in Greifswald.

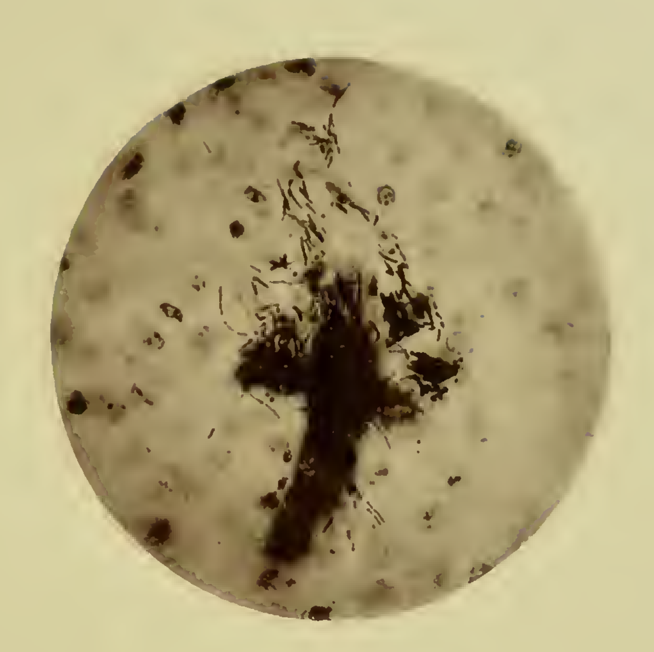


Fig 108.

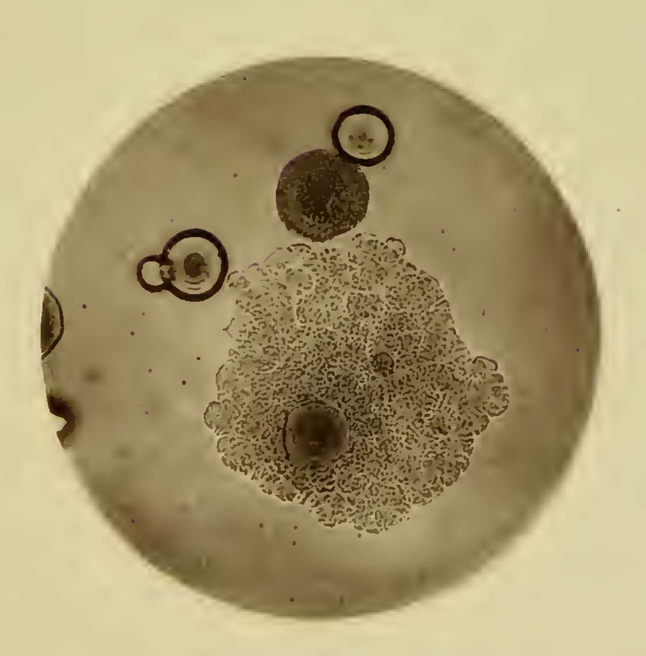


Fig. 109.

Tafel LIV.

Tafel LIV.

Figur 110. Typhusbacillus. Colonie auf der Gelatineplatte, Klatschpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

Figur 111. Typhusbacillus. Agarcultur, 6 Stunden alt. Geisseltragende Zellen. Ausstrichpräparat, gefärbt nach der Löffler'schen Methode. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

---

nien bemerkt man, wie eine Art von Kern, oft noch den in den tieferen Theilen des Nährbodens gelagerten Ausgangspunkt derselben, von dem sie in die Höhe emporgestiegen ist.

Den inneren Aufbau der kleinen Reinculturen erkennen wir bei der Betrachtung von Klatschpräparaten (Fig. 110). Wie sehen die einzelnen Stäbchen, die vielfach zu kurzen Fäden verbunden sind, sich dicht aneinander drängen, um ein wie aus zierlichstem Mosaik zusammengesetztes Bild entstehen zu lassen. Stellenweise kann man auf das deutlichste wahrnehmen, wie die Bakterien sich nach der Decke gestreckt haben, wie die Wachsthumsrichtung plötzlich eine andere wird, weil ihre Genossen ihnen hinderlich im Wege stehen, wie sie umbiegen, ausweichen und sich krümmen, um sich, so gut es eben gehen will, durchzuwinden und nicht erdrückt zu werden.

Die Typhusbacillen gehören in die Reihe der beweglichen Mikroorganismen, und die Ortsveränderung ist bei ihnen meist eine sehr lebhafte und ausgesprochene. Namentlich sind es die etwas längeren Verbände, die aus 15—20 einzelnen Gliedern bestehenden Fäden, welche im hängenden Tropfen durch ihre schlangenartigen, schnellen Bewegungen das beobachtende Auge fesseln. Als locomotorische Werkzeuge besitzen die Stäbchen, wie wir bereits bei früheren Gelegenheiten erwähnt haben, seitenständige Geisselfäden, die sich nach der Löffler'schen Methode der Cilienfärbung sichtbar machen lassen. Doch ist die tadellose Darstellung derselben keine ganz leichte Aufgabe. Einmal muss hier die Reaction der Beizflüssigkeit, der Ferrotannatlösung mit ganz besonderer Genauigkeit und Sorgfalt abgestimmt werden. Nach Löffler's Untersuchungen führt ein Zusatz von 22 Tropfen einer 1 % Natriumhydratlösung zu 16 cm^3 der Beize zu den besten Ergebnissen; ein Tropfen mehr oder weniger genügt, um die Geisseln zum Verschwinden zu bringen, und die Empfindlichkeit dieser zarten Gebilde gegen leichte Aenderungen des Präparationsverfahrens ist sonach eine ganz ausserordentliche. Ein zweiter Punkt, der von wesentlicher Bedeutung für den Ausfall der Färbung ist, ist das Alter der Bakterien. Am meisten eignen sich ganz junge Stäbchen, wie man sie z. B. von frischen Agarstrichculturen erhält, die wenige (5—6) Stunden im Brütschrank gestanden haben, und deren Entwickelung sich dem blossen Auge deshalb kaum schon zu erkennen giebt. Später haften die Geisseln nicht mehr so fest am Bakterienleibe, zum Theil werden sie vielleicht auch abgestossen, um durch neue ersetzt zu werden, und die Folge ist, dass man in derartigen Präparaten nur sehr wenige Stäbchen mit ihrem vollen Behange, dagegen zahllose freie, abgerissene und zerbrochene Fäden



Fig. 110.



Fig. 111.

Tafel LV.

Tafel LV.

Figur 112. Proteus vulgaris. Agarcultur. Ausstrichpräparat*), gefärbt nach der Löffler'schen Methode. Vergr. 1500 ×, wie in Fig. 31.

Figur 113. Friedländer's Pneumokokkus. Lungenauswurf eines Pneumonikers. Deckglaspräparat, gefärbt nach Friedländer's Methode. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

---

antrifft. An unbeschädigten Exemplaren nimmt man unschwer wahr (Fig. 111), wie die einzelnen, leicht welligen oder spiralig gekrümmten Fortsätze aus den Mikroorganismen hervorspriessen und dieselben von beiden Seiten mit einem gleichmässigen Kranze umgeben. Dazwischen erkennt man auch einzelne freie Geisseln. Wie wir dies schon bei den Choleravibrionen hervorhoben, erhält der protoplasmatische Körper der Bakterien bei der Geisselfärbung ein sehr viel plumperes, massigeres Aussehen, so dass man zunächst auf die Vermuthung kommen kann, es handele sich um eine ganz andere Art, und in der That wird auch hier kaum Jemand bei einem Vergleich der Figg. 111 und 110 zunächst geneigt sein, an die Identität der abgebildeten Stäbchen zu glauben.

Das Vorkommen seitenständiger Geisseln bei den Bakterien, zuerst bei den Oedembacillen und den Typhusbacillen beobachtet, ist seither noch in einigen weiteren Fällen festgestellt worden. In einer wohl nicht mehr zu überbietenden Ausdehnung tritt dasselbe bei einem bekannten Fäulnissbakterium, dem Proteus vulgaris hervor, von dem wir uns deshalb gestatten, hier eine Abbildung einzuschalten (Fig. 112). Wie bei einer sorgsam frisirten Allongeperrücke hängen die lockig gedrehten Fäden in dichten Strähnen von dem Stäbchen herab; man begreift es einem solchen Anblick gegenüber kaum, wie es möglich war, dass man bis zur Entdeckung der Löffler'schen Methode diese massenhaften Anhängsel übersehen konnte, dass man zwar ihre Anwesenheit vermuthete, sie aber trotz genauester Untersuchung nicht zu erkennen im Stande war. Unwillkürlich drängt sich der Gedanke auf, wie viele Dinge um und an uns wohl noch vorhanden sein mögen, die wir nur in Folge der Unvollkommenheit unserer Hülfsmittel bisher nicht wahrnehmen, und die noch ihrer Entzauberung harren!

Eine Affektion, über deren Aetiologie die Anschauungen lange Zeit weit auseinandergegangen sind, ist die echte Lungenentzündung, die croupöse Pneumonie. Wurde sie von den Einen für eine Erkältungskrankheit gehalten und die ursächliche Bedeutung meteorologischer u. s. w. Einflüsse an die Spitze der Betrachtungen gestellt, so wollten Andere auch hier in einem infektiösen Agens das veranlassende Moment erblicken. Allmälig gewann diese letztere Anschauung mehr und mehr an Boden, und so begrüsste man es mit Genugthuung, als schon verhältnissmässig frühzeitig, im Jahre 1883, die parasitäre Natur der Pneumomie

---

*) Wir verdanken dieses Präparat der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Zettnow in Berlin.



Fig. 112.

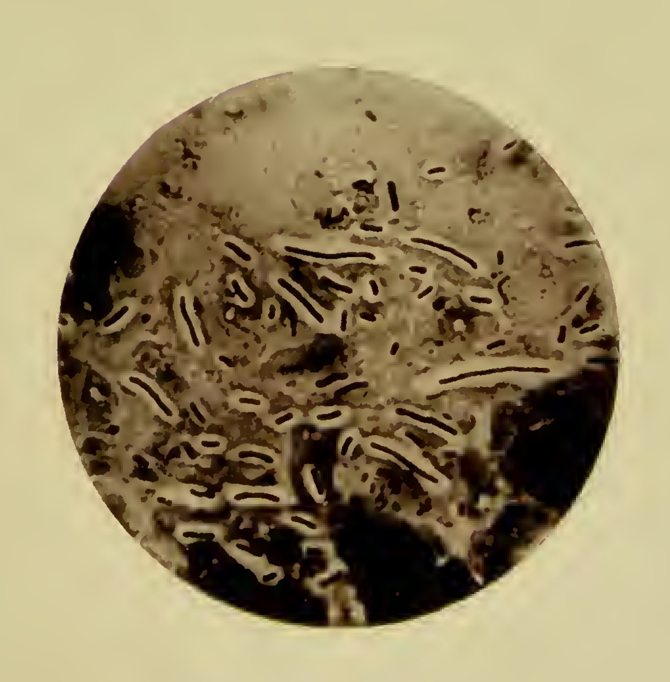


Fig. 113.

Tafel LVI.

Tafel LVI.

Figur 114. R. Pfeiffer's Kapselbacillus. Blut vom Meerschweinchen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

Figur 115. A. Fraenkel's Pneumokokkus. Lungenauswurf eines Pneumonikers. Ausstrichpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

---

mit der Entdeckung eines specifischen Mikroorganismus ihre endgiltige Bestätigung zu finden schien.

Im rostbraunen Auswurf der Kranken und im Alveolarsaft pneumonischer Lungen hatte Friedländer eine eigenthümliche Bakterienart beobachtet, die sich auf unseren künstlichen Nährböden ohne Schwierigkeiten zur Entwickelung bringen liess und im Thierversuch zu so bemerkenswerthen Ergebnissen führte, dass der eben genannte Forscher darin einen ganz unmittelbaren Beweis für ihren ursächlichen Charakter erblicken zu dürfen glaubte.

Nach Friedländers Beschreibung handelte es sich um ein Kugelbakterium, einen Mikrokokkus, der sich von anderen durch den Besitz einer umfangreichen Kapsel unterschied und deshalb meist als Kapselkokkus, häufig in Rücksicht auf seine Bedeutung auch als Pneumokokkus bezeichnet wurde. Auf gewöhnlicher Nährgelatine und also schon bei Zimmertemperatur gedeiht der Pneumokokkus rasch und in sehr vollkommener Weise. Hervorzuheben ist das nagelförmige Wachsthum, welches er in Gelatinestichculturen zeigt; an der Oberfläche bildet sich ein dicker, kugelig gewölbter, porzellanartig schimmernder Knopf, der nach der Tiefe in einen dünnen Fortsatz ausläuft. Was die oben erwähnten Thierversuche betrifft, so beziehen sich dieselben fast ausschliesslich auf Experimente an weissen Mäusen. Nach einer Einspritzung nicht allzu geringer Mengen der Kapselkokken unmittelbar in die Lungen kommt es nicht selten zu pneumonischen Veränderungen in den letzteren und zum tödtlichen Ausgange.

Im weiteren Verlaufe der Forschung ist nun von allen den Gründen, welche Friedländer für den specifischen Charakter seines Mikroorganismus beigebracht hatte, ein Stück nach dem anderen abgebröckelt und einer strengen Kritik zum Opfer gefallen. Man machte zunächst darauf aufmerksam, dass den Thierversuchen irgend eine Beweiskraft nicht innewohne, weil ein so gewaltthätiger Eingriff stets von schädlichen Folgen begleitet sein müsse, dass also ein Schluss auf besondere infectiöse Eigenschaften der hierbei benutzten Bakterienart nicht gezogen werden könne. Man fand ferner, dass der Pneumokokkus weder stets, noch allein bei der Pneumonie auftrete, dass er in sehr zahlreichen Fällen fehlte, und andererseits bei vielen ganz harmlosen Affektionen, z. B. der Nase u. s. f. vorhanden war. Man bemängelte endlich auch die Beschreibung, welche Friedländer von dem morphologischen Verhalten des Kapselkokkus gegeben hatte. Schon die Bezeichnung „Kokkus“ erwies sich als unzutreffend.

Handelt es sich doch um ganz ausgesprochene Stäbchen, die unter Umstän-



Fig. 114.

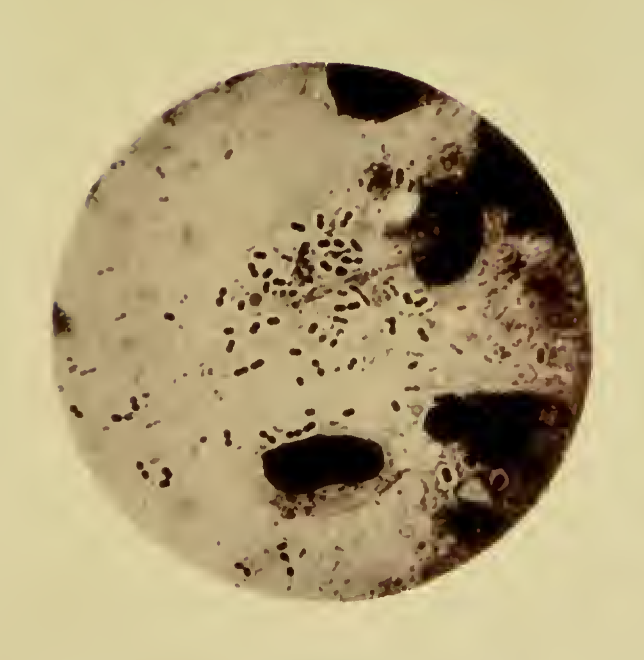


Fig. 115.

Tafel LVII.

Tafel LVII.

Figur 116. A. Fraenkel's Diplokokkus. Colonien auf der Agarplatte, 24 Stunden alt. Vergr. 100 ×, wie in Fig. 87.

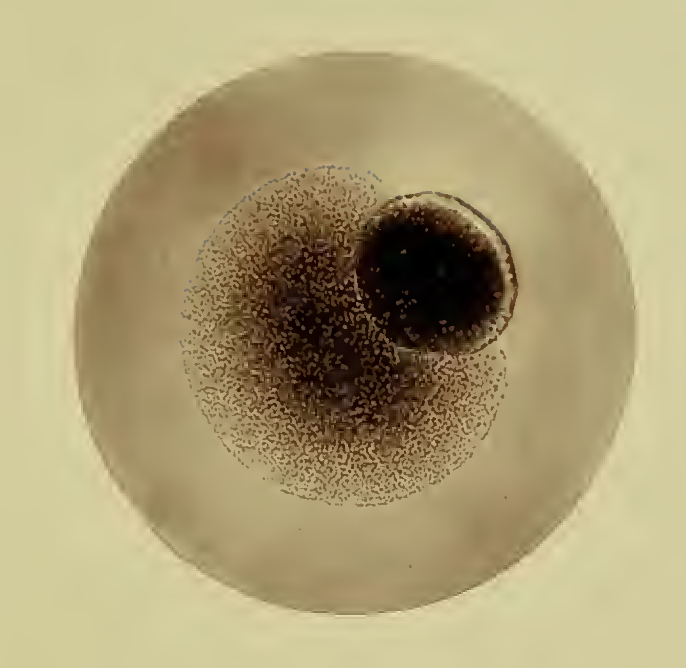
Figur 117. A. Fraenkel's Diplokokkus. Colonie auf der Agarplatte. Klatschpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

---

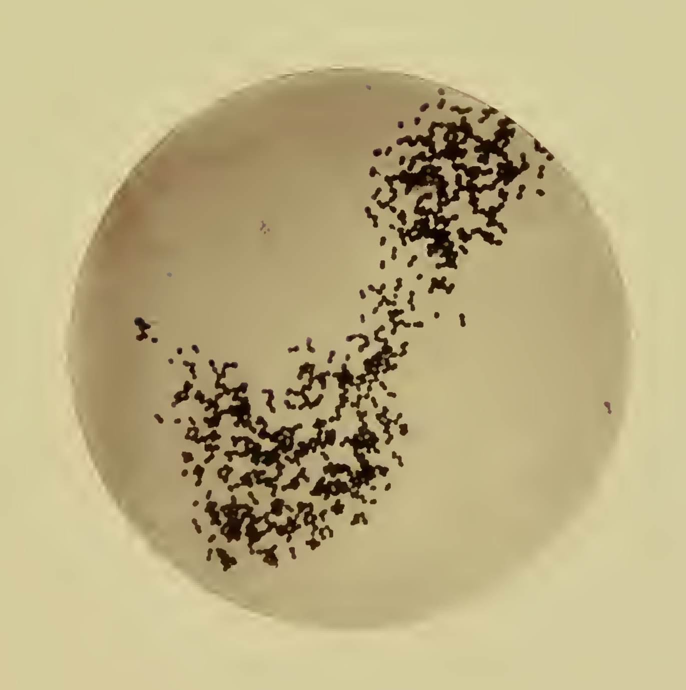
den sogar zu langen Fäden auswachsen. Am häufigsten tritt dies ein, wenn man die Bakterien in flüssigen Nährböden züchtet, in welchen sie sich nach allen Seiten ungehindert ausdehnen können. Aber auch in den unmittelbar aus dem Lungenauswurf gewonnenen Präparaten macht sich die Stäbchennatur sehr deutlich bemerkbar, und nur die Unvollkommenheit der noch vor einem Jahrzehnt gebräuchlichen optischen Werkzeuge vermag es uns zu erklären, wie einem so ausgezeichneten Beobachter ein so handgreifliches Versehen begegnen konnte. Hier und da freilich sind die einzelnen Glieder sehr kurz und im Augenblick vielleicht mit Kokken zu verwechseln. Aber unmittelbar daneben liegen lange, schmale, leicht gekrümmte oder s förmig gebogene Elemente, und zwischen beiden Extremen finden sich alle nur denkbaren Uebergänge.

Auch die Bedeutung, welche man ursprünglich den Kapseln beigelegt hatte, liess sich auf die Dauer nicht aufrecht erhalten. Wohl sind dieselben unter Umständen ausserordentlich leicht kenntlich, namentlich wenn man das Präparat, wie in unserem Falle, nach einer von Friedländer angegebenen Methode 24 Stunden mit einer essigsauren Gentianaviolettlösung gefärbt und in stark verdünnter Essigsäure entfärbt hat. Jede Zelle zeigt sich dann von einem weiten Hofe umgeben, welcher sich dem Stäbchen willig anschmiegt, es in seiner ganzen Ausdehnung umschliesst und auch seinen Krümmungen fügsam Folge leistet. Aber die Kapsel ist nicht, wie man anfänglich wohl geglaubt hat, etwas dem Pneumokokkus eigenthümliches. Einmal erscheint sie keineswegs regelmässig, und wenn die Bakterien z. B. aus künstlichen Culturen stammen, so wird sie meist vermisst. Und wiederum werden ganz gleichartige Gebilde auch bei anderen Mikrobien angetroffen, und die Folgezeit hat uns mehrere Bakterien kennen gelehrt, die nach ihrem mikroskopischen Verhalten dem Pneumokokkus zum Verwechseln ähnlich sind. Eines derselben führt uns Fig. 114 vor. Es handelt sich um einen Mikroorganismus, der zufällig im eitrigen Inhalt der Bauchhöhle und im Blute eines spontan verendeten Meerschweinchens gefunden wurde, sich für Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen als pathogen erwies und trotz mancher Uebereinstimmung mit dem Friedländer'schen „Kapselkokkus" von demselben doch deutlich unterschieden ist.

Musste es nach der eben kurz angedeuteten Sachlage schon als recht zweifelhaft erscheinen, dass dem Friedländer'schen Pneumokokkus in der That die Rolle eines Erregers der Pneumonie zukommen sollte, so wurde seine Prätendentenlaufbahn endgiltig doch erst durch die Entdeckung eines anderen, besser qualificirten Bewerbers um dieselbe Stellung abgeschnitten.



116.



117.

Tafel LVIII.

Tafel LVIII.

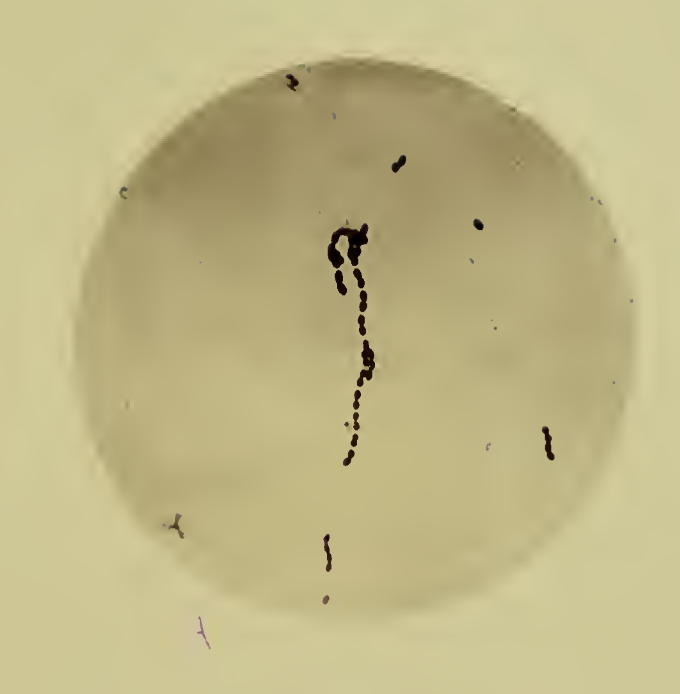
Figur 118. A. Fraenkel's Diplokokkus. Bouilloncultur, 24 Std. alt. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

Figur 119. A. Fraenkel's Diplokokkus. Herzblut eines Kaninchens. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

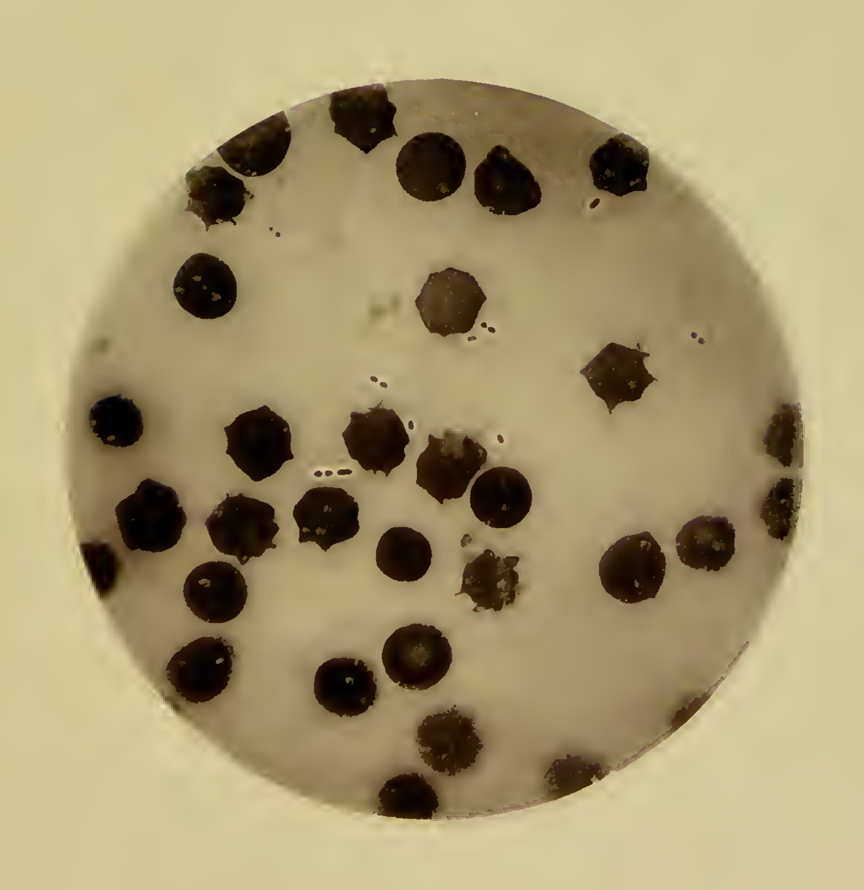
Im Auswurf lungenkranker Patienten, besonders häufig aber in dem rostbraunen Sputum Pneumonischer fand A. Fränkel eine eigenthümliche Bakterienart, die er zunächst als „den Microben der Sputumsepticaemie" beschrieb und erst später mit Bestimmtheit als den ursächlichen Mikroorganismus der croupösen Pneumonie bezeichnete.

Im frischen Ausstrichpräparat aus dem Lungenauswurf (Fig. 115) stellt sich derselbe als ein ganz kurzes, an beiden Enden etwas zugespitztes und daher, wie A. Fränkel sich ausdrückt, lanzettförmiges Bakterium dar, das uns im Zweifel lässt, ob wir es den Mikrokokken oder den Bacillen zurechnen sollen. Im wesentlichen ist die Entscheidung wohl als Geschmacksache aufzufassen. Für die Zugehörigkeit zu den Stäbchen spricht der Umstand, dass der eine Durchmesser stets eine etwas erheblichere Ausdehnung besitzt, als der andere; für Einreihung unter die Kugelbakterien die Thatsache, dass ein Auswachsen zu wirklichen, deutlich gestreckten Stäbchen niemals beobachtet wird und namentlich die Verbände, welche der Mikroorganismus eingeht, stets auf das lebhafteste an die bei den Mikrokokken vorkommenden und bekannten Gebilde erinnern. Das Fränkel'sche Bakterium tritt beinahe niemals in einzelnen Exemplaren, sondern fast stets paarweise auf, so dass die spitzen Enden der ovalären Glieder gegeneinander gekehrt und beide Elemente durch eine mehr oder minder tiefgehende Einschnürung getrennt werden. Daher erklären sich die für diesen Mikroorganismus üblichen und meist gebrauchtem Bezeichnungen: Pneumokokkus, Diplokokkus pneumoniae oder Diplokokkus lanceolatus oder gar Streptokokkus lanceolatus. Häufig genug geht er auch unter dem Namen „Kapselkokkus", da er wie die beiden vorhin besprochenen Arten sich in Präparaten, die aus dem lebenden Körper stammen, stets mit einer umfangreichen Kapsel versehen zeigt, die in ihrem Verhalten völlig mit dem gleichen Gebilde beim Friedländer'schen Bacillus übereinstimmt und es, in Zusammenhang mit den sonstigen morphologischen Eigenschaften der Mikroorganismen begreiflich macht, dass dieselben unter dem Mikroskop leicht miteinander verwechselt werden können.

Im übrigen sind die Unterschiede zwischen den beiden Arten freilich erheblich genug. Der Fränkel'sche Diplokokkus gedeiht nur bei höheren Temperaturen, über 24°, und ist daher ohne besondere Vorsichtsmassregeln auf der Nährgelatine überhaupt nicht zum Wachsthum zu bringen. Auf Agar dagegen, bei Brutwärme, entwickelt er sich rasch und bildet beispielsweise auf der Agarplatte nach 24 Stunden kleine, dem blossen Auge wie feinste, durchsichtige Tröpfchen erscheinende Colonien, die während der nächsten Tage dann an Umfang nur noch wenig zunehmen. Bei mikroskopischer Betrachtung mit



118.



119.

Tafel LIX.

Tafel LIX.

Figur 120. A. Fraenkel's Diplokokkus. Milzsaft eines Kaninchens. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

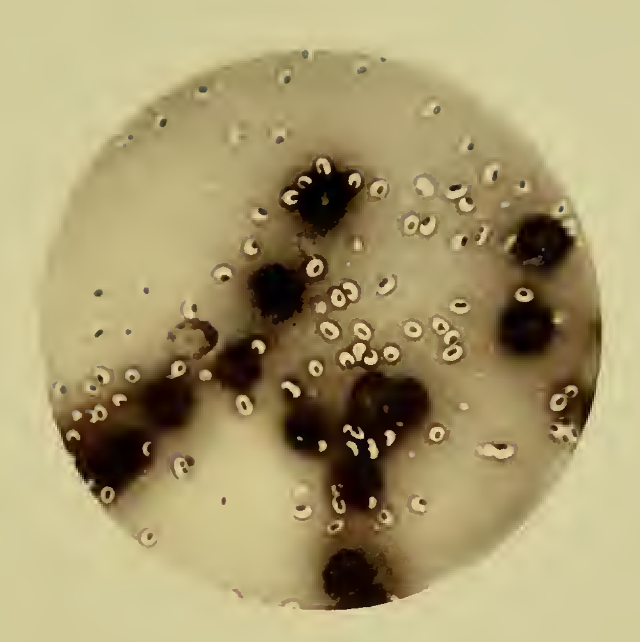
Figur 121. A. Fraenkel's Diplokokkus. Peritonitischer Eiter vom Menschen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

---

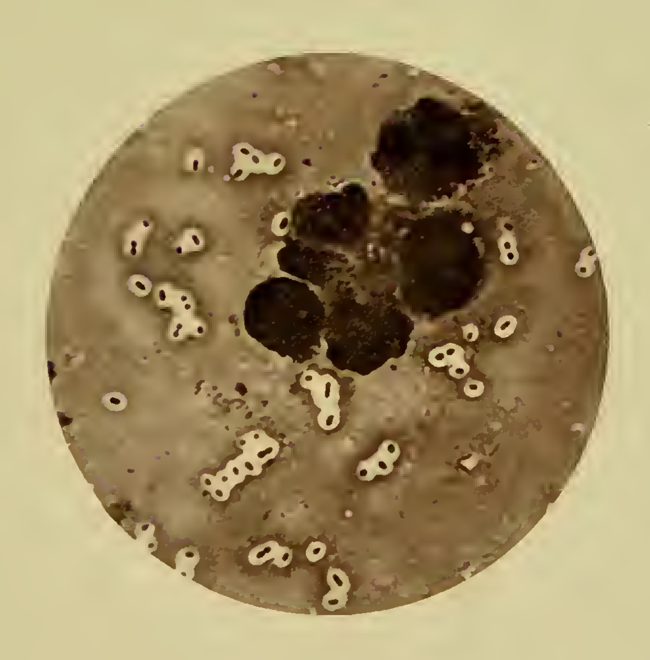
schwacher Vergrösserung (Fig. 116) stellen sich diese Colonien als rundliche oder eiförmige, scharf umrandete Gebilde dar, welche sich, sobald sie an die Oberfläche vorgedrungen sind, nach allen Seiten hin etwas ausdehnen und zugleich ein eigenthümlich feinkörniges, granulirtes Gefüge ihres Inhalts erkennen lassen. Fertigt man von einer derartigen Colonie ein Klatschpräparat an (Fig. 117), so bemerkt man, wie dieselbe sich aufbaut aus zahlreichen Paaren unseres Mikroorganismus, die namentlich nach dem freien Rande hin recht deutlich ihre charakteristische Form zur Schau tragen.

Bei der Züchtung in Bouillon, die natürlich auch bei Brutwärme zu erfolgen hat, entstehen nicht selten erheblich längere, aus zwanzig und mehr Gliedern zusammengesetzte Verbände (Fig. 118), die ganz wie bei den ächten Kettenkokken häufig zu kleinen Knoten verschlungen und aufgewickelt sind und den oben schon erwähnten Namen „Streptokokkus lanceolatus" für diese Bakterienart zweifellos bis zu einem gewissen Grade rechtfertigen.

Der Fränkel'sche Diplokokkus gehört zu den auch für Thiere pathogenen Arten. Spritzt man beispielsweise Kaninchen, Mäusen oder Meerschweinchen eine geringe Menge einer frischen Bouillonkultur unter die Haut, so tritt schon nach 24—48 Stunden mit Sicherheit der Tod ein. Bei der Sektion ist von augenfälligen Veränderungen nur eine starke Schwellung der Milz zu bemerken; dagegen zeigt uns die mikroskopische Untersuchung, dass in sämmtlichen Blutgefässen und folglich auch in allen Organen die kapseltragenden Kokken vorhanden sind, welche zwischen den Blutkörperchen unregelmässig verstreut liegen. Die Anzahl derselben ist eine wechselnde. Meist findet man sie in mässigen Mengen (Fig. 119), zuweilen aber, namentlich in der Milz oder auch im Herzen stösst man auf so gewaltige Massen, wie sie uns in Fig. 120 entgegentreten. Das ganze Gesichtsfeld erscheint wie besät mit den kleinen Organismen, die hier im Blute, wo sie in besonders rascher und ausgiebiger Vermehrung begriffen waren, zuweilen auch in einzelnen, eben aus der Theilung hervorgegangenen Elementen anzutreffen sind. In Fig. 120 liegen die Bakterien vielfach gar nicht in der Mitte, sondern ganz am Saume ihrer Kapsel. Es ist diese Erscheinung wohl eine Folge des Präparationsverfahrens; beim raschen Verstreichen des Blutes oder beim ungestümen Auseinanderziehen der mit demselben beschickten Deckgläser sind die Mikroorganismen in ihrer weichen Hülle verschoben und gegen den Rand der letzteren gequetscht worden. Hier und da sind die Bakterien mit ihren Kapseln verloren gegangen, und man sieht nur noch die in ihren Umrissen deutlich erhaltenen und erkennbaren Stellen, an denen sie vorher ihren Platz hatten.



120.



121.

Tafel LX.

Tafel LX.

Figur 122. A. Fraenkel's Diplokokkus. Meningitischer Eiter.*) Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

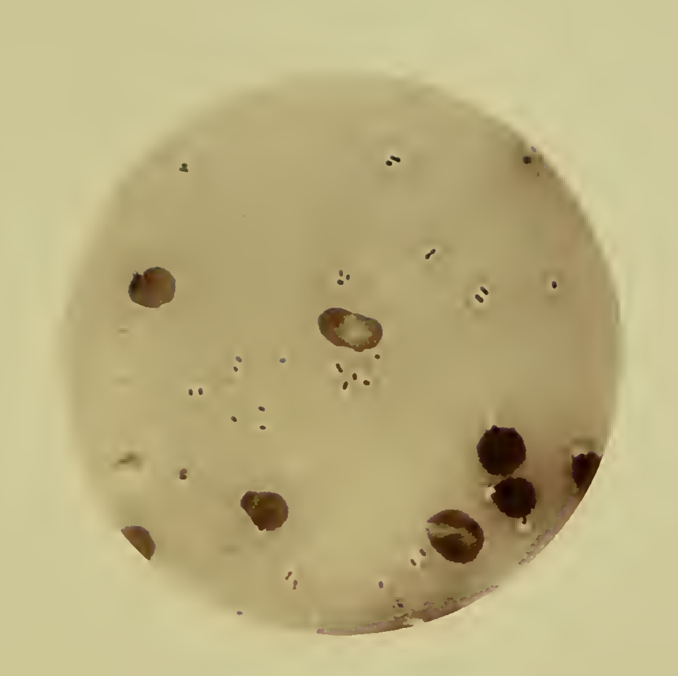
Figur 123. Bacillus des Rhinoscleroms. Geschwulstmassen aus dem Pharynx. Schnittpräparat, gefärbt mit Anilinwassergentianaviolet. Vergr. 1000 ×, Apochromat 2 mm, 1.40; Projectionsocular 4.

Der Ausfall der Thierversuche zeigt nach alledem nur, dass durch Uebertragung des Diplokokkus eine rasch tötlich verlaufende Septicämie hervorgerufen werden kann, giebt uns aber keineswegs irgend einen Beweis für die behauptete ursächliche Rolle dieses Mikroorganismus bei der croupösen Pneumonie. Diese letztere folgert erst aus anderen Thatsachen. Ausser einigen allgemeinen Eigenschaften des Fränkel'schen Pneumokokkus, auf die wir an dieser Stelle nicht näher eingehen wollen, ist es namentlich der Umstand, dass nach den sorgfältigen Untersuchungen des um die Erforschung der Pneumonie sehr verdienten Weichselbaum der Diplokokkus in 90 % aller vorkommenden Fälle auftritt, welcher entschieden zu Gunsten seiner specifischen Bedeutung spricht. Es wird das um so eher zugegeben werden müssen, wenn man bedenkt, dass die fehlenden 10 % sich einmal aus den Schwierigkeiten, welche der Nachweis des Diplokokkus an und für sich bereitet und dann ferner aus der Thatsache erklären, dass der Mikroorganismus überhaupt nur in ganz frischen Fällen der Krankheit mit Sicherheit angetroffen, im weiteren Verlaufe aber häufig durch secundäre Bakterien überwuchert und verdrängt wird. In schlagender Weise ist endlich die ätiologische Natur des Diplokokkus für die Entstehung der Pneumonie durch die vor kurzem veröffentlichten Versuche von G. und F. Klemperer dargethan worden, welchen es gelang, mit dem keimfreien Blutserum von Pneumonikern nach der Krisis die für die Infektion mit dem Diplokokkus in so hohem Grade empfänglichen Kaninchen zu heilen, d. h. also mit einem Erzeugniss der ächten Pneumonie Thiere gegen den Krankheitserreger zu festigen.

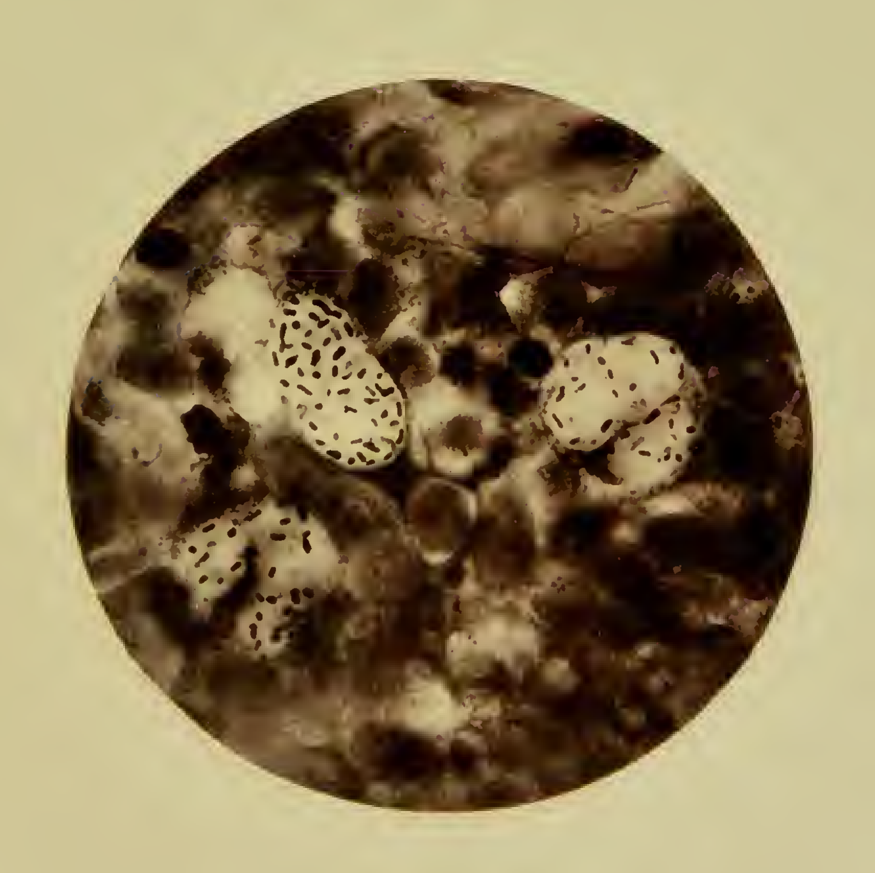
Der Fränkel'sche Diplokokkus ist also zweifellos der Erreger der Pneumonie, und wenn man sich lange Zeit gesträubt hat, diese Thatsache anzuerkennen, so liegt der Grund hierfür wohl hauptsächlich in dem Umstande, dass derselbe Mikroorganismus keineswegs bei der Pneumonie allein, sondern noch unter sehr zahlreichen und verschiedenartigen anderweitigen Verhältnissen angetroffen wird. So hat man ihn regelmässig als alleiniges Bakterium bei der Meningitis cerebrospinalis, so hat man ihn sehr häufig in Fällen von Peritonitis, Pleuritis, Pericarditis, Endocarditis, Otitis media u. s. w. aufgefunden, und unsere beiden nächsten Abbildungen, Fig. 121 und 122 mögen als Illustration für das eben Gesagte dienen. Fig. 121 stammt von einem zähen Eiter, der sich in einem Falle von Peritonitis in der Bauchhöhle angesammelt hatte. Ob die klebrige Beschaffenheit des Sekrets auch das sonst wohl nicht zu beobachtende Aneinanderhaften der Diplokokken — die sich bei der Cultur zweifellos als solche charakterisirten — und die daraus hervorgehende Bildung der eigenthümlichen Packete

---

*) Wir verdanken dieses Präparat der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. G. Bordoni-Uffreduzzi in Turin.



122.



123.

Tafel LXI.

Tafel LXI.

Figur 124. Staphylokokkus pyogenes aureus. Abscesseiter vom Menschen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

Figur 125. Staphylokokkus pyogenes aureus. Stichcultur in Nährgelatine, 3 Tage alt. Natürliche Grösse. Sonnenlicht.

---

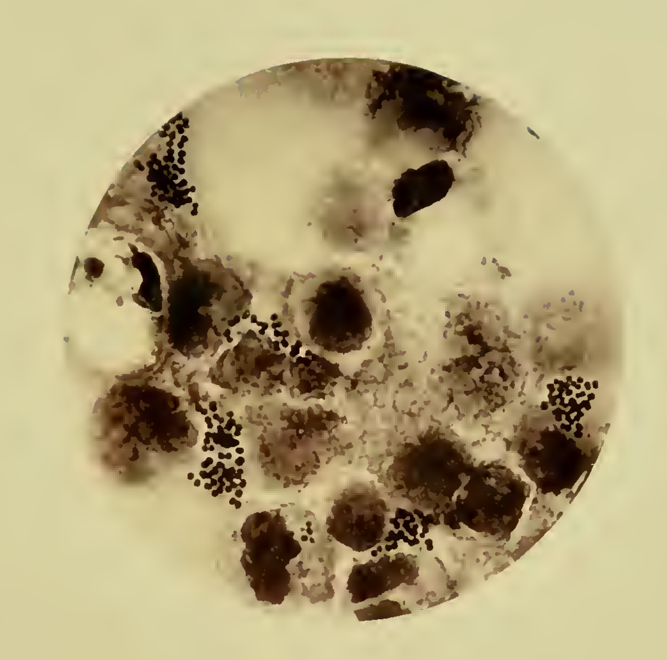
veranlasst hat, möge dahingestellt bleiben. Fig. 122 rührt von einer Meningitis her. Die Kokken liegen zahlreich paarweise zwischen den rothen Blutkörperchen, die an dieser, aus gewissen Gründen gewählten, Stelle des Präparats zahlreich vorhanden sind, während Eiterzellen gerade hier vollständig fehlen.

Ausser bei diesen pathologischen Zuständen findet sich der Diplokokkus aber nun bemerkenswerther Weise auch noch unter anderen Bedingungen. So ist er zweifellos völlig identisch mit dem von Pasteur vor einem Jahrzehnt aus dem Speichel eines wuthkranken Kindes isolirten und genau beschriebenen Mikroorganismus und ferner mit dem von Sternberg in seinem eigenen normalen Speichel entdeckten Bakterium.

Netter hat nachgewiesen, dass die grosse Mehrzahl aller Menschen ihn in ihrem Speichel führt, und in der That genügt es meist, $^1/_2$ ccm des nüchternen Mundspeichels einem Kaninchen unter die Haut zu spritzen, um das Thier in der vorgeschriebenen Zeit an einer typischen Pneumokokkensepticaemie zu Grunde gehen zu sehen.

Das alles kann nur so erklärt werden, dass es meist besonderer vorbereitender Momente bedarf, um überhaupt eine Infektion mit dem Diplokokkus zu Stande kommen zu lassen, dass derselbe aber dann als Entzündungserreger im weitesten Sinne wirksam wird und je nach den örtlichen Verhältnissen seiner Thätigkeit, nach der anatomischen Beschaffenheit des befallenen Organs Folgezustände der verschiedensten Art hervorruft, in den Lungen die Pneumonie, im Mittelohr die Otitis, auf den Hirnhäuten die Meningitis u. s. f.

Zu den kapseltragenden Mikroorganismen gehört dann ferner noch eine weitere, für die menschliche Pathologie wichtige Bakterienart, der zuerst von Frisch und Pellizari entdeckte, später von Paltauf und v. Eiselsberg künstlich gezüchtete Bacillus des Rhinoscleroms. Derselbe besitzt nach vielen Richtungen hin, namentlich was sein Aussehen und das Verhalten in den Culturen angeht, eine sehr grosse Aehnlichkeit mit dem Friedländer'schen Pneumobacillus, unterscheidet sich aber von ihm doch durch eine Reihe kennzeichnender Eigenschaften. Innerhalb der geschwulstförmigen Massen, welche das Rhinosclerom charakterisiren, und das Ergebniss eines specifischen, chronisch entzündlichen Processes sind, finden sich die kurzen, dicken, bei der hier gewählten, für Schnittpräparate aussergewöhnlich starken Vergrösserung besonders plump erscheinenden, mit abgerundeten Enden versehenen Stäbchen häufig innerhalb der sogenannten Mikulicz'schen Zellen (Fig. 123), grosser, hyaliner, kernloser, dieser Affection eigenthümlicher Gebilde, wie unsere Figur sie in mehreren, deutlichen Exemplaren aufweist.



124.



125.

Tafel LXII.

Tafel LXII.

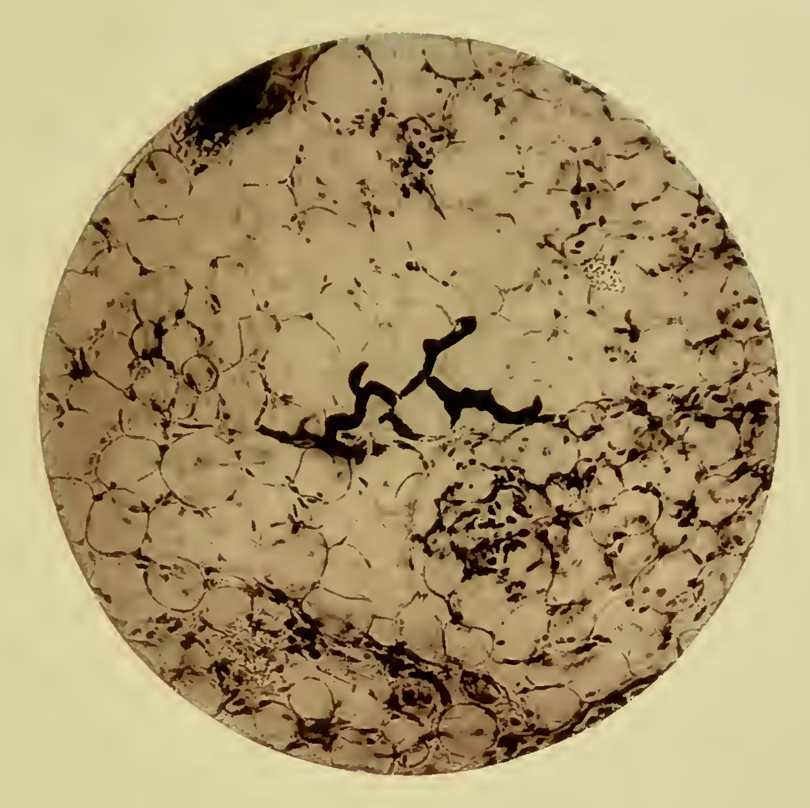
Figur 126. Staphylokokkus pyogenes aureus. Pyämie. Perirenales Gewebe vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode (Anilinwassergentianaviolet. Jodjodkalium, Pikrocarmin.) Vergr. 100 ×, wie in Fig. 33.

Figur 127. Staphylokokkus pyogenes aureus. Pyämie. Niere vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

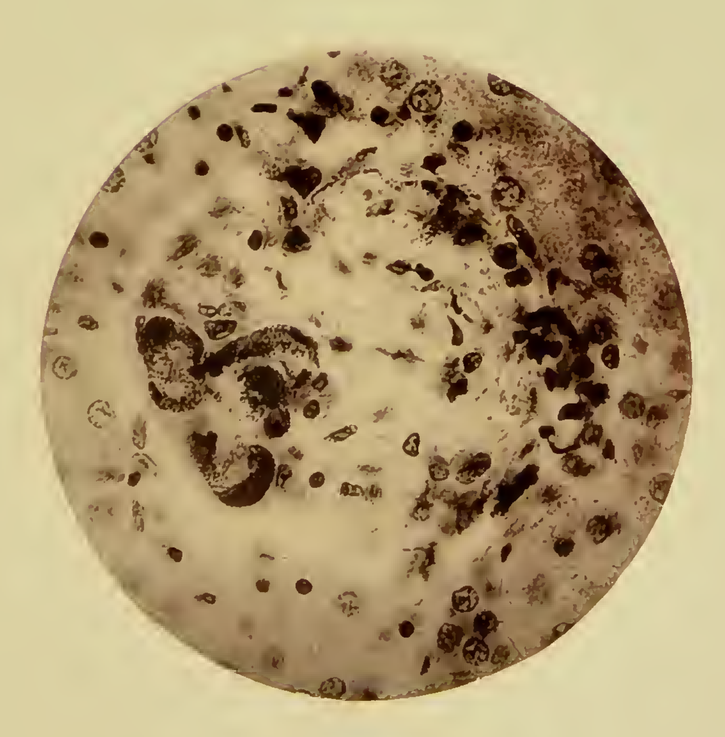
Wir haben im Fränkel'schen Pneumokokkus bereits ein Bakterium kennen gelernt, welches bei der Entstehung eiteriger Veränderungen ursächlich betheiligt ist, und es scheint fast, als ob gerade auf diesem Gebiete seine Rolle eine noch sehr viel wesentlichere sei, als man ursprünglich wohl geglaubt hat. Immerhin aber haben in der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle doch andere Mikroorganismen, die man als Eitererreger oder Eiterkokken schlechthin zu bezeichnen pflegt, die Hand im Spiele.

Untersucht man einen Tropfen Eiter, gleichgiltig welcher Herkunft im Ausstrichpräparat, so findet man meist zwischen den Eiterkörperchen eine mehr oder minder grosse Anzahl von Kugelbakterien, welche fast niemals einzeln oder zu wenigen auftreten, sondern meist in dichten. eng gedrängten Massen angesammelt erscheinen (Fig. 124). Nach dieser Art ihres Vorkommens hat man den Mikroorganismen den Namen Haufenkokken oder Traubenkokken, Staphylokokken, gegeben, und der häufigste unter ihnen, der Staphylokokkus pyogenes aureus ist der gemeinste und verbreitetste Eitererreger. Die Bezeichnung „aureus" hat er von dem eigenthümlichen, gold- oder orangegelben Farbstoff, den er in seinen künstlichen Culturen erzeugt. In der Gelatinecultur (Fig. 125) erfolgt längs des ganzen Impfstichs eine rasch um sich greifende Verflüssigung des Nährbodens; auf dem Boden der strumpfförmigen Einsenkung nun, die hierdurch zu Stande kommt, sammelt sich bald ein deutlich gelb gefärbter, krümeliger Bodensatz an, während die oberen Schichten nur eine grobkörnige, gleichmässig vertheilte Trübung zeigen.

Charakteristisch ist auch das Vorkommen des Staphylokokkus in Fällen von Pyämie. Namentlich die Nieren sind hier eine fast nie versagende Fundgrube für die Bakterien, deren Anordnung innerhalb des Gewebes stets eine sehr bezeichnende ist. Die Mikroorganismen finden sich nämlich innerhalb der kleinsten Gefässe, innerhalb der Capillaren, welche sie vollständig verlegen und verstopfen. Von dem ersten infektiösen Thrombus, der die Entstehung der Pyämie veranlasst, werden fortdauernd Theilchen abgerissen, losgespült und nun mit dem Blutstrom in andere Organe getragen, in welchen sich diese kleinsten Emboli ablagern, um alsbald dann auch ihrerseits wieder an Umfang und Ausbreitung zu gewinnen. Fig. 126 zeigt uns diese Verhältnisse zunächst bei schwacher Vergrösserung. Der Schnitt hat das Fettgewebe, welches die Nierenkapsel umgiebt und in demselben ein Capillargebiet getroffen, welches in der eben geschilderten Weise mit Bakterien vollgepfropft ist. Während die letzteren den Farbstoff intensiv aufgenommen haben, ist die nähere Umgebung zum Theil fast völlig ungefärbt geblieben.



126.



127.

Tafel LXIII.

Tafel LXIII.

Figur 128. Streptokokkus pyogenes. Abscesseiter vom Menschen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

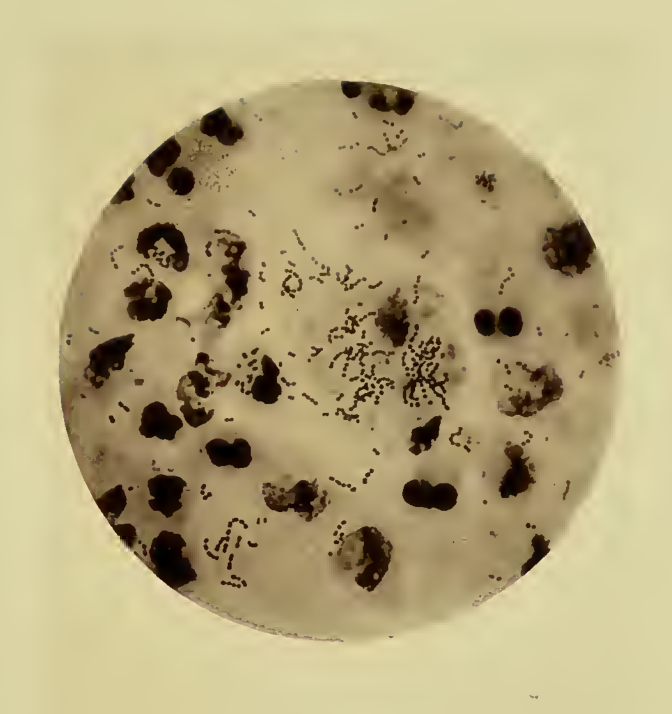
Figur 129. Streptokokkus pyogenes. Strichcultur auf Nähragar, 2 Tage alt. Natürliche Grösse, wie Fig. 30.

In Fig. 127 sehen wir bei starker Vergrösserung einen Glomerulus vor uns, der gleichfalls einen pyämischen Niereninfarkt enthält. Eine Anzahl von Gefässschlingen ist mit den Kokken angefüllt, deren dichte Haufen sich doch hier und da soweit lichten, dass man die einzelnen Elemente zu erkennen und ihre eigenthümliche Anordnung wahrzunehmen vermag.

Der Staphylokokkus ist zwar der hauptsächlichste, aber keineswegs der ausschliessliche „Eiterkokkus". Nicht eben selten trifft man vielmehr auch im gewöhnlichen Eiter eine andere, gleichfalls zu den Kugelbakterien gehörige Art an, die sich jedoch von der eben erwähnten sehr lebhaft dadurch unterscheidet, dass sie nicht wie diese in Haufen, sondern stets in kettenförmigen Verbänden auftritt und daher auch den Namen Streptokokkus pyogenes erhalten hat. Fig. 128 führt uns diese Mikroorganismen in deutlicher Weise vor Augen. Zwischen den Eiterkörperchen liegen sie in reichen Mengen ausgebreitet, allenthalben zu kurzen, aus höchstens 10—12 Gliedern bestehenden Ketten vereinigt.

In Fig. 129 ist eine Cultur der Streptokokken auf schräg erstarrtem Agar dargestellt. Längs des ganzen Impfstriches hat sich ein ausserordentlich zarter, farbloser, durchsichtiger, über seine Umgebung kaum hervorragender Rasen gebildet, dessen Zusammensetzung aus einzelnen, kleinsten, tropfenförmigen Colonien noch unschwer zu erkennen ist. Dieselben haben nur in den untersten Theilen, dicht über dem angesammelten Condensationswasser, einen etwas grösseren Umfang erlangt, wohl weil die Keime hier von Anfang an gesonderter lagen und deshalb zu einer freien, ungehinderten Entwickelung befähigt waren.

Der Streptokokkus pyogenes ist ein sehr wichtiges und für eine ganze Reihe von pathologischen Vorgängen bedeutsames Bakterium. Ist doch sein Vorkommen keineswegs nur auf die bisher besprochenen eiterigen Veränderungen beschränkt, sondern unter so mannigfachen Verhältnissen beobachtet, dass er sich nach dieser Richtung würdig dem Fränkel'schen Pneumokokkus an die Seite stellen kann. Wie jener findet er sich im Speichel und im Nasensekret gesunder Menschen, wie jener ist er an einer ganzen Reihe von krankhaften Vorgängen entzündlicher Art ursächlich betheiligt und führt also je nach dem befallenen Organ zu den verschiedenartigsten Folgezuständen: auf den Herzklappen zu einer Endocarditis, im Endometrium des puerperalen Uterus zur Entstehung der als Puerperalfieber bezeichneten Affection u. s. w. Und wie endlich der Pneumokokkus zuerst die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gelenkt hat durch seine ätiologischen Beziehungen zu einer so scharf umschriebenen und typischen Erkrankung, wie es die Pneumonie ist, so ist auch die Entdeckung des Streptokokkus auf Grund der Thatsache



128.



129.

Tafel LXIV.

Tafel LXIV.

Figur 130. Streptokokkus erysipelatis. Haut vom Menschen. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode. Vergr. 500 ×, wie Fig. 34.

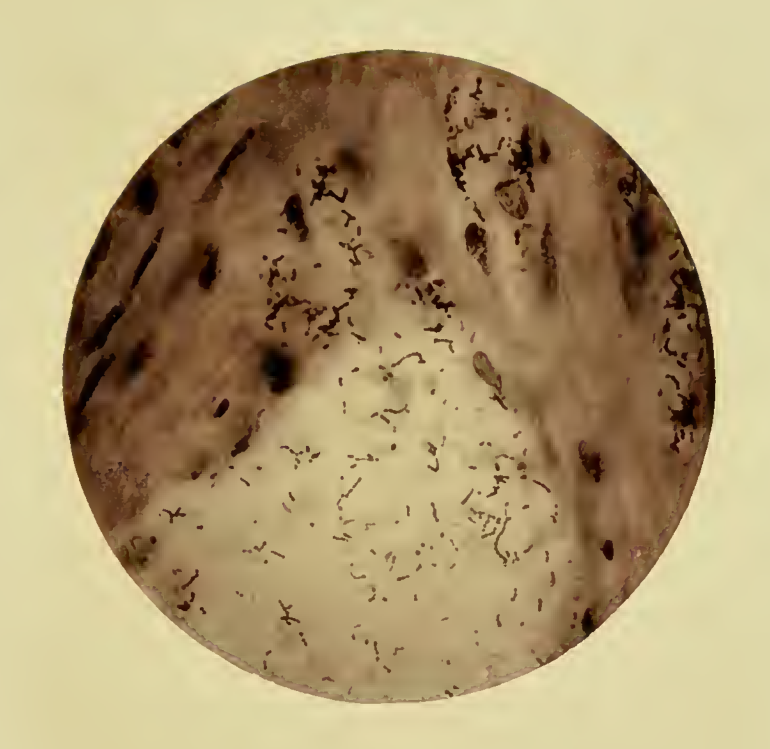
Figur 131. Streptokokkus pyogenes. Niere vom Kaninchen. Schnittpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 500 ×, wie Fig. 35.

---

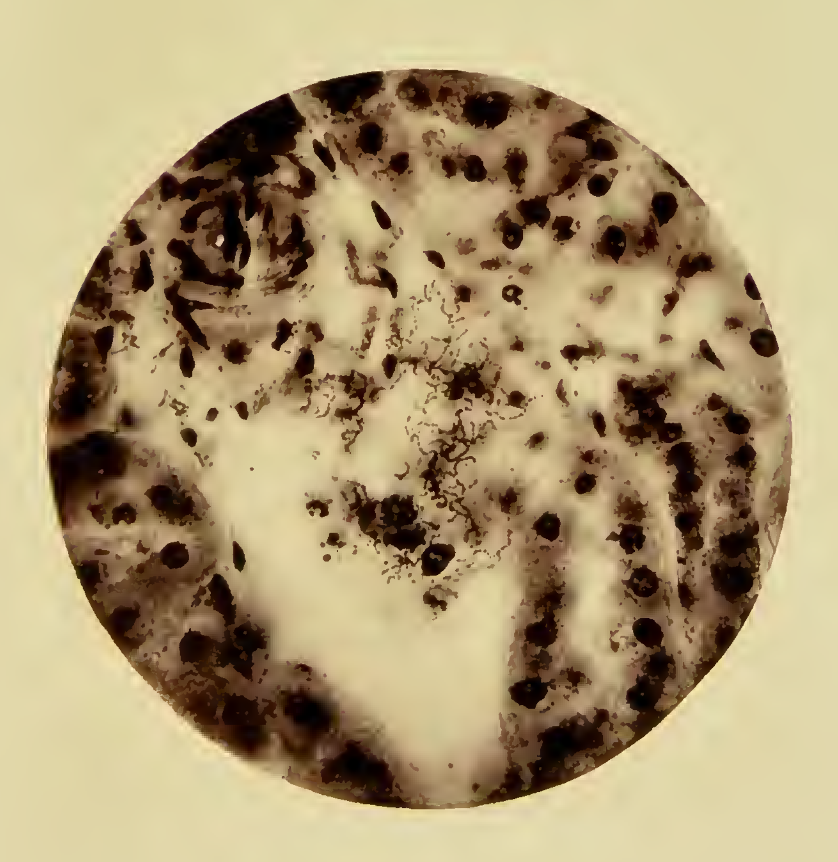
erfolgt, dass er der Erreger einer specifischen, unter einem ganz besonderen Bilde verlaufenden Infektion, nämlich des Erysipels ist. Hier wurde er von Fehleisen in den Lymphgefässen der ergriffenen Hautpartien gefunden, rein gezüchtet, durch gelungene Uebertragungsversuche als zweifellose Ursache der Wundrose erkannt und deshalb als Streptokokkus erysipelatis beschrieben. Als dann bei rein eiterigen Veränderungen des Unterhautzellgewebes ebenfalls ein Kettenkokkus nachgewiesen wurde, hielt man denselben lange Zeit für eine mit dem Erysipelkokkus zwar nahe verwandte, aber doch keineswegs identische Art. Erst genauere Untersuchungen führten zu dem anfänglich vielfach mit lauten Zweifeln aufgenommenen Ergebniss, dass es sich hier in der That um den gleichen Mikroorganismus handele, dessen so verschiedenartige und wechselnde Wirksamkeit vielleicht aus anatomischen Gründen zu erklären sei: gelangt der Streptokokkus in die Lymphgefässe der Hautdecken, so erzeugt er die eigenthümliche, als Erysipel charakterisirte Affection, findet er dagegen Zutritt zu den serösen Höhlen oder dem Unterhautzellgewebe, so kommt es zur Entstehung der eiterigen Veränderungen. Das Verhalten im ersteren Falle führt uns Fig. 130 vor; ein grosses Lymphgefäss aus erysipelatöser menschlicher Haut ist in breiter Ausdehnung von der Schnittfläche getroffen und eröffnet worden. Es zeigt sich gefüllt mit reichen Mengen der Streptokokken, die in einer homogen geronnenen Masse zu liegen scheinen, hier und da übrigens auch bereits in das umgebende Gewebe vorgedrungen sind.

Fig. 131 endlich macht uns mit einer besonderen Art von Streptokokken bekannt, die in ihren Wachsthums- und sonstigen Verhältnissen mit dem eben geschilderten Mikroorganismus zwar wesentlich übereinstimmt, sich von demselben aber im Thierversuch durch ihre grössere Virulenz unterscheidet und beispielsweise Kaninchen schon in kurzer Zeit nach subcutaner Einverleibung zu tödten vermag, indem sie sich auf dem Wege des Blutstroms über sämmtliche Organe hin verbreitet. In unserer Abbildnng sehen wir einen Schnitt aus der Niere eines so zu Grunde gegangenen Thieres vor uns; ein kleines Nierengefäss zeigt ein dichtes Knäuel der ineinander gefilzten Streptokokken, die theilweise sehr deutlich die langen Ketten erkennen lassen, in denen sie angeordnet sind.

Eine eiterige Affektion von ganz specifischem Charakter endlich ist die infektiöse Entzündung der Harnröhre, die Gonorrhoe. Im Sekrete derselben findet sich stets eine besondere Art von Mikrokokken, die zuerst von Neisser im Jahre 1879 beschrieben und mit dem Namen Gonokokken belegt wurden. Das regelmässige und ausschliessliche Vorkommen derselben bei der eben genannten Krankheit hatten dem Entdecker schon zu der Ueberzeugung verholfen, dass es sich hier um den ursächlichen Erreger der Gonorrhoe handele, und eine



130.



131.

Tafel LXV.

Tafel LXV.

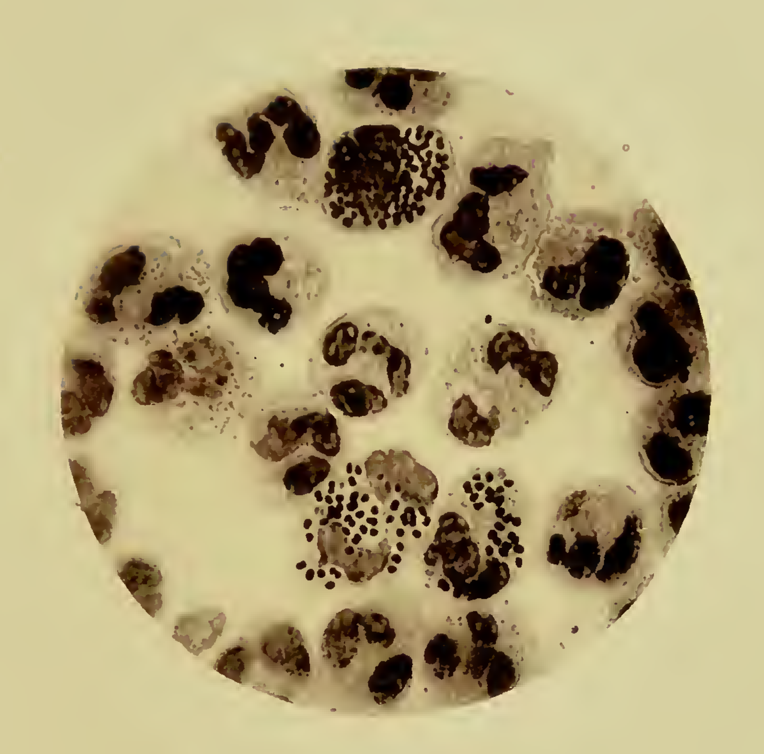
Figur 132. Gonokokkus. Trippereiter. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 133. Gonokokkus. Trippereiter. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Methylenblau. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

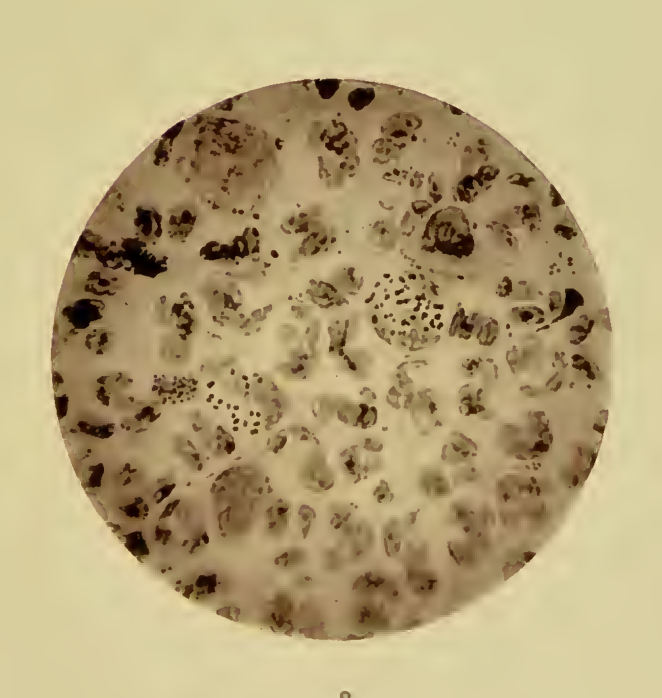
---

grosse Anzahl eingehender Forschungen, welche die Folgezeit gebracht hat, haben seiner Anschauung in der That Recht gegeben. Die Gonokokken zeichnen sich schon im mikroskopischen Präparat durch eine ganze Reihe besonderer Eigenschaften aus, durch welche sie von anderen ähnlichen Mikroorganismen mit Sicherheit unterschieden werden können, und welche bei der pathogenen Bedeutung der Kokken deshalb auch von sehr erheblichem, allgemein diagnostischem Werthe sind. Die Gonokokken gehören in die Gruppe der Diplokokken, d. h. sie treten mit Vorliebe paarweise auf, und nach vollzogener Spaltung eines Mikroorganismus bleiben die beiden nunmehr selbstständig gewordenen Hälften, die neuen Elemente, noch eng mit einander verbunden und in naher Berührung. Was aber den Gonokokken eigenthümlich ist und sich bei der grossen Mehrzahl aller übrigen Diplokokken bei weitem nicht in der gleichen ausgeprägten Weise zeigt, ist die Thatsache, dass die Gestalt der jungen Glieder nun nicht alsbald in die ausgesprochene Kugelform übergeht, sondern fernerhin den von der Quertheilung der Mutterzelle herrührenden Charakter bewahrt, d. h. dass die Kokken stets eine abgeplattete, breite Seite einander zukehren. Ein Paar erhält dadurch eine ganz entschiedene Aehnlichkeit mit einer Semmel, einem in der Mitte eingeschnittenen und eingekerbten Rundbrode, und diese Semmelform ist die erste der die Gonokokken kennzeichnenden mikroskopischen Eigenschaften. Die zweite besteht darin, dass die Kokken sehr häufig innerhalb der Eiterkörperchen, innerhalb des Protoplasmas der vielkernigen oder mit stark gelappten Kernen versehenen Leukocyten gefunden werden. Unsere Abbildungen 132 und 133 zeigen, wie die Semmelform, so auch dieses letzt erwähnte Verhalten, auf dessen Ursache und Bedeutung wir hier nicht eingehen können. Beide Präparate weichen in ihrer Erscheinung übrigens sehr erheblich von einander ab; es rührt dies wieder von der schon zu verschiedenen Malen besprochenen und genauer gewürdigten Thatsache her, dass das eine (132) frisch, in Wasser liegend, das andere (133) dagegen in Canadabalsam photographirt wurde. Die charakteristischen Verhältnisse lassen beide aber in der gleichen Weise erkennen.

Man sieht die semmelförmigen Paare in dichten Haufen innerhalb der Zellen liegen, hier und da auch einzelne, etwas grössere und dickere Elemente, welche durch eine Art seichter Furchung verrathen, dass sie im Begriffe stehen, sich zu theilen und in zwei nicht immer ganz gleiche Hälften zu zerfallen. In Figur 132 treten die Umrisse der Eiterzellen und ihr protoplasmatischer Leib wohl deutlicher hervor; namentlich aber sind die Kerne in ganz be-



132.



133.

Tafel LXVI.

Tafel LXVI.

Figur 134. Recurrensspirillen. Blut vom Menschen. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 31.

Figur 135. Recurrensspirillen. Leber vom Affen. Schnittpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie Fig. 123.

---

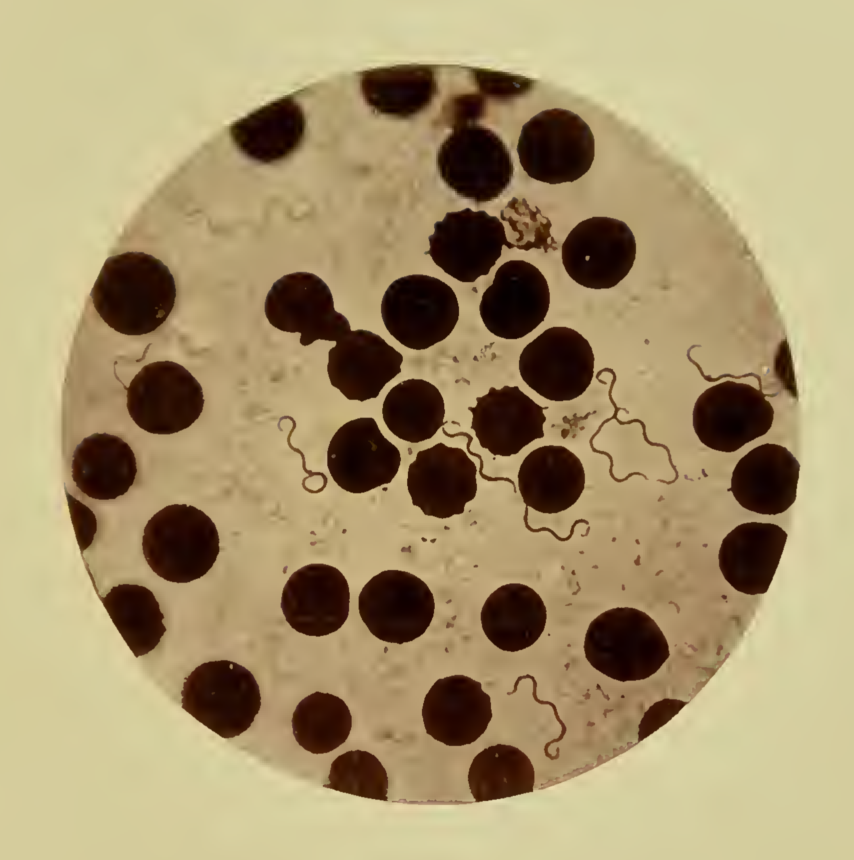
sonders naturgetreuer Art zur Wiedergabe gelangt. In Figur 133 sieht man ausser den in den Zellen gelagerten Kokken auch einzelne freie Paare zwischen denselben, also in einem Stadium erscheinen, welches begreiflicher Weise dem der intracellulären Anordnung in irgend einem Zeitpunkte vorangehen muss. Von den Zellen selbst nimmt man in Fig. 133 nur noch die Kerne wahr; das Protoplasma dagegen ist kaum angedeutet.

Den Beschluss in der Reihe der für die menschliche Pathologie zur Zeit vornehmlich in Betracht kommenden Bakterienarten möge der ursächliche Erreger des Rückfallfiebers, das Recurrensspirillum, nach seinem Entdecker auch Spirillum oder Spirochaete Obermeiori genannt, machen.

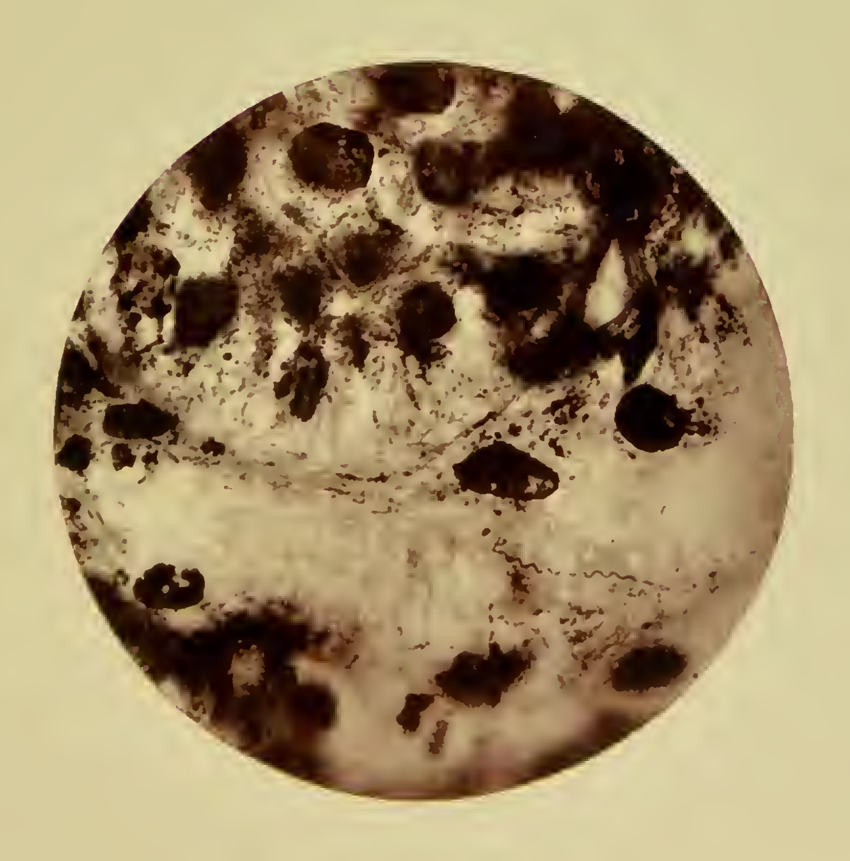
Untersucht man einen Tropfen Blut von einem Recurrenskranken während des Fieberanfalls, so bemerkt man alsbald zwischen den rothen Blutscheiben zarte, schmale Schraubenbakterien auftauchen, welche sich durch eine sehr lebhafte Eigenbewegung auszeichnen und in schnellen Drehungen durch das Gesichtsfeld ziehen, hier und da ein Blutkörperchen, das ihnen gerade im Wege liegt, unsanft bei Seite stossend. Streicht man eine kleine Menge derartigen Blutes auf dem Deckglase aus und färbt dasselbe in der gewöhnlichen Weise mit Fuchsin oder Gentianaviolet, so stellen sich die Spirillen als lange, wellige Fäden mit mehr oder minder zahlreichen Windungen (Fig. 134) dar. An den beiden Enden zeigen sie meist noch eine besonders energische Umbiegung, an das bekannte Aussehen eines Schweineschwänzchens erinnernd. Eine Thatsache, die unseres Wissens bisher bei den Recurrensspirillen noch nicht beobachtet und unter den Schraubenbakterien nur beim Spirillum rubrum (Esmarch) und beim Spirillum undula mit Sicherheit bekannt war, tritt an dem hier abgebildeten Präparate sehr deutlich hervor: die Quertheilung der Spirillen, der Zerfall einer Mutterzelle durch Spaltung in zwei gleichartige junge Elemente.

Die Recurrensspirillen erscheinen nur während der Anfälle im Blut und ganz ausschliesslich in eben diesem. Vermittelst desselben verbreiten sie sich aber nun auch über den ganzen Körper, und so vermag man sie in den verschiedenen Organen des letzteren aufzufinden.

Allerdings ist dieser Nachweis mit nicht unerheblichen Schwierigkeiten verknüpft und misglückt häufig. Im Falle des Gelingens sieht man die Spirillen in den kleinen Gefässen liegen, und Fig. 135 zeigt uns ein besonders deutliches und charakteristisches derartiges Beispiel, bei welchem in demselben Gesichtsfeld mehrere Spirillen, zum Theil in ihrer ganzen Ausdehnung, eine Lebercapillare besetzen.



134.



135.

Tafel LXVII.

Tafel LXVII.

Figur 136. Bacillus der Hühnercholera. Herzblut einer Taube. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Methylenblau. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

Figur 137. Bacillus der Hühnercholera. Leber einer Taube. Schnittpräparat, gefärbt mit Anilinwassergentianaviolet. Vergr. 500 ×, wie in Fig. 34.

Diejenigen Bakterienarten, welche uns zur Zeit mit Sicherheit als die ursächlichen Erreger wichtiger menschlicher Infektionskrankheiten bekannt sind. haben wir nunmehr in Wort und Bild zur Darstellung gebracht. Es bleibt uns die Aufgabe, auch einige Vertreter der für die thierische Pathologie bemerkenswerthen Mikroorganismen vorzuführen und endlich im Anschluss daran noch einen kurzen Blick auf eine Reihe von niedersten pflanzlichen Lebewesen zu werfen, welche den Bakterien nahestehen und uns aus diesem Grunde interessiren.

Eine der ersten thierischen Affektionen, bei welcher sich die bedeutsame Rolle der Bakterien zu erkennen gab, war die Hühnercholera. Perroncito. dann Pasteur, stellten im Blute, in den Organen und in den Abgängen der befallenen Thiere die regelmässige Anwesenheit eigenthümlicher Mikroorganismen fest, welche von dem letzt genannten Forscher (1880) ausserhalb des Körpers künstlich gezüchtet und mit Erfolg auf vorher gesunde Thiere übertragen wurden. Bringt man z. B. einer Taube eine kleine Menge einer Reincultur in das Unterhautzellgewebe, so geht das Thier schon nach 18—20 Stunden zu Grunde, und im Blute, wie in sämmtlichen Geweben findet man zwischen den Zellen und rothen Blutkörperchen ausserordentlich grosse Mengen kurzer, aber ziemlich dicker Stäbchen mit abgerundeten Enden, die meist einzeln liegen, selten paarweise oder gar in noch längeren Verbänden auftreten und ganz unbeweglich sind.

Auffallend ist das Verhalten der Bacillen bei der Färbung: nur die Endstücke, die Pole, nehmen den Farbstoff auf, während die Mitte völlig frei bleibt, so dass man auf den ersten Blick wohl zwei nebeneinander gelagerte Mikrokokken vor sich zu haben glauben kann und erst bei genauerem Zusehen wahrnimmt, dass doch ein zarter Saum, eine feine Linie die beiden anscheinend getrennten Theile verbindet. In voller Schärfe tritt diese Thatsache allein im Deckglaspräparate (Fig. 136) und zwar am besten nach der Färbung mit Methylenblau hervor. Von den zahlreichen rothen Blutkörperchen, welche unsere Abbildung zeigt, giebt sich meist ausschliesslich der intensiv gefärbte Kern zu erkennen, während der Leib nur bei einigen wenigen Exemplaren deutlich wird.

Die experimentelle Hühnercholera, wie sie sich nach der subcutanen Verimpfung der Bacillen auf empfängliche Thiere entwickelt, ist im wesentlichen eine septicämische Affektion, d. h. die Infektionserreger verbreiten sich auf dem Wege des Blutstroms über den Körper und finden sich daher innerhalb der Gefässe. So sind in den Organen namentlich die Capillaren ihr Sitz, und Fig. 137 führt uns ein Schnittpräparat aus der Leber einer an Hühnercholera gestorbenen Taube vor, welches an verschiedenen Stellen kleine Haufen der Stäbchen in der eben angegebenen Art der Vertheilung wahrnehmen lässt.

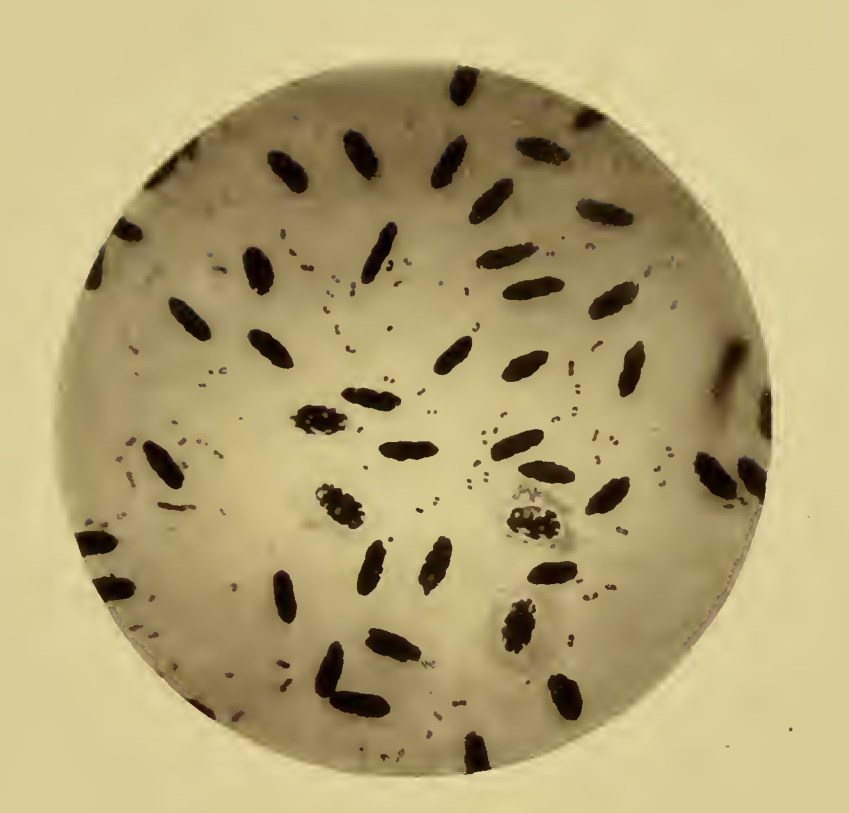


Fig. 136.

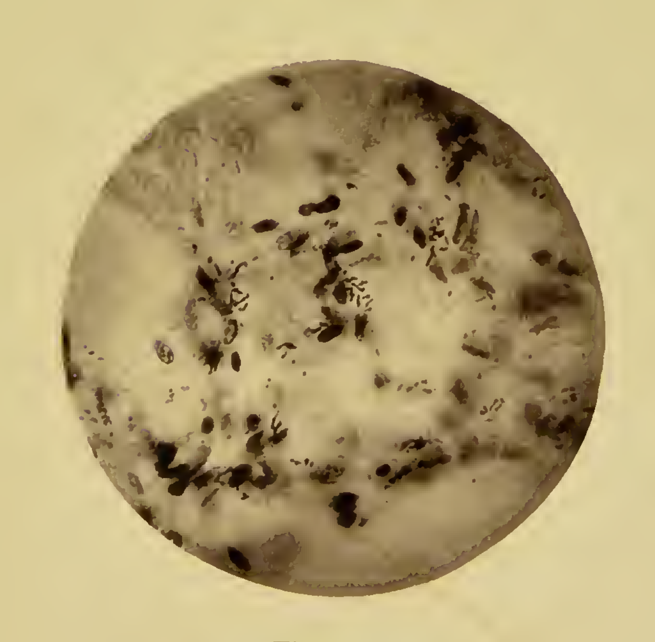


Fig. 137.

Tafel LXVIII.

Tafel LXVIII.

Figur 138. Bacillus der Mäusesepticämie. Herzblut einer Maus. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 1000 ×, wie in Fig. 31.

Figur 139. Bacillus der Mäusesepticämie. Niere einer Maus. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode. Vergr. 500 ×, wie in Fig. 34.

Als Koch im Jahre 1878 sein Werk „über die Aetiologie der Wundinfektionskrankheiten“ veröffentlichte und damit die neue bakteriologische Aera einleitete, beschrieb er in demselben als Bacillus der Mäusesepticämie eine Bakterienart, welche in faulenden Flüssigkeiten, faulendem Blut u. dgl. m. zu finden war und bei Mäusen eine eigenthümliche, unter dem Bilde einer Septicämie verlaufende Affektion veranlasste. Im Blute und in sämmtlichen Organen der Thiere stiess er auf ziemlich erhebliche Mengen sehr kleiner und namentlich ausserordentlich feiner, schlanker, unbeweglicher Stäbchen, deren Nachweis bei den damals noch recht unvollkommenen optischen Hilfswerkzeugen mit beträchtlichen Schwierigkeiten verbunden war. In der That handelt es sich um einen sehr winzigen Mikroorganismus, der sich namentlich da, wo er in einzelnen Gliedern auftritt, leicht der Wahrnehmung entzieht. Nicht selten freilich erscheint er in grösseren, dicht zusammengedrängten Klumpen, welche sicherer zur Beobachtung gelangen, und wenn man z. B. ein Tröpfchen Blut von einer nach der Impfung mit den Bacillen zu Grunde gegangenen Maus auf dem Deckglase ausstreicht und in der gewöhnlichen Weise färbt, so kann man wohl in demselben Gesichtsfelde (Fig. 138) mehrere solche Haufen bemerken, welche zwischen den rothen Blutkörperchen gelagert sind. Die eigenthümliche Anordnung der Stäbchen, die Configuration und Begränzung der Gruppen lässt es ohne weiteres klar werden, dass man hier mit den Bakterien angefüllte Zellen vor sich hat, und häufig kann man an den Leucocyten, welche derartige Ansammlungen von Bacillen beherbergen, auch noch den wohlerhaltenen Kern wahrnehmen.

Wie es der Name andeutet, ist die durch die Mikroorganismen bei den Thieren hervorgerufene Krankheit eine Septicämie, und in Schnittpräparaten (Fig. 139) aus den Organen findet man daher die Stäbchen allenthalben in den Gefässen liegen, meist die Wandungen der letzteren besetzend und mit ihrer Längsachse der Richtung des Blutstroms folgend. Hier und da freilich zeigen sie sich auch ausserhalb der Blutbahn, und alsdann gewöhnlich wieder in Zellen eingeschlossen. Besonders deutlich treten sie hervor und heben sich von dem umgebenden Gewebe ab, wenn man sie nach der Gram'schen Methode, der sie leicht zugänglich sind, zur Darstellung gebracht hat.

Die Bacillen gedeihen auf unseren gebräuchlichen Nährböden ohne Schwierigkeiten und bilden namentlich in der Gelatine durch ihr Aussehen bemerkenswerthe Culturen. Auf der Platte erscheinen nach 3—4 Tagen kleine, ausserordentlich zarte, fast völlig durchsichtige, mattgraue Colonien, welche nur langsam an Ausdehnung gewinnen und in der Regel nicht an die Oberfläche vordringen. Im Reagensglase entsteht längs des Impfstiches eine wolkige, silber-

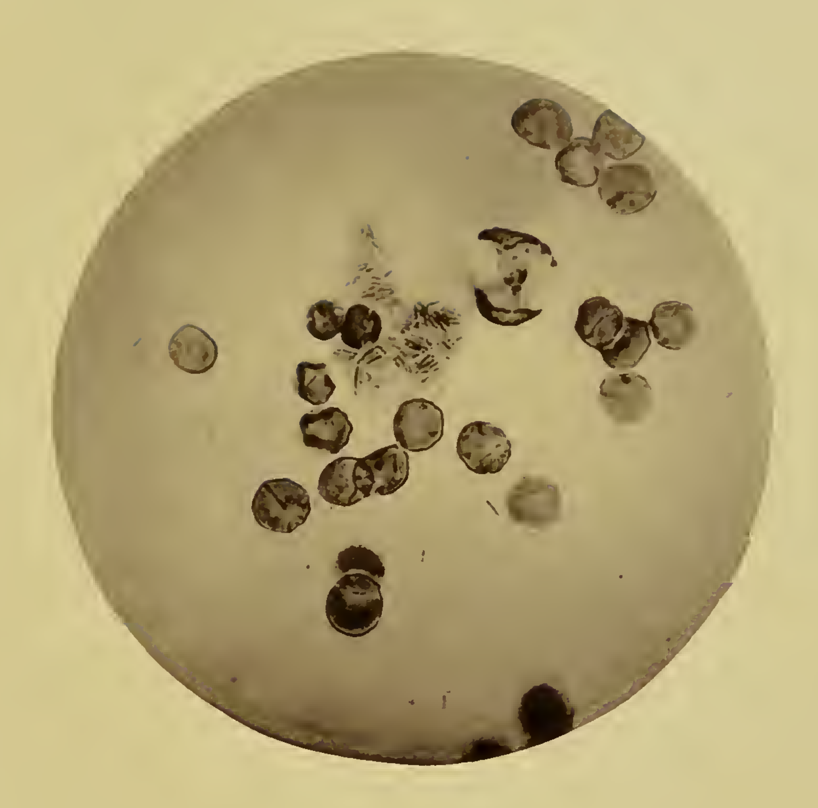


Fig. 138

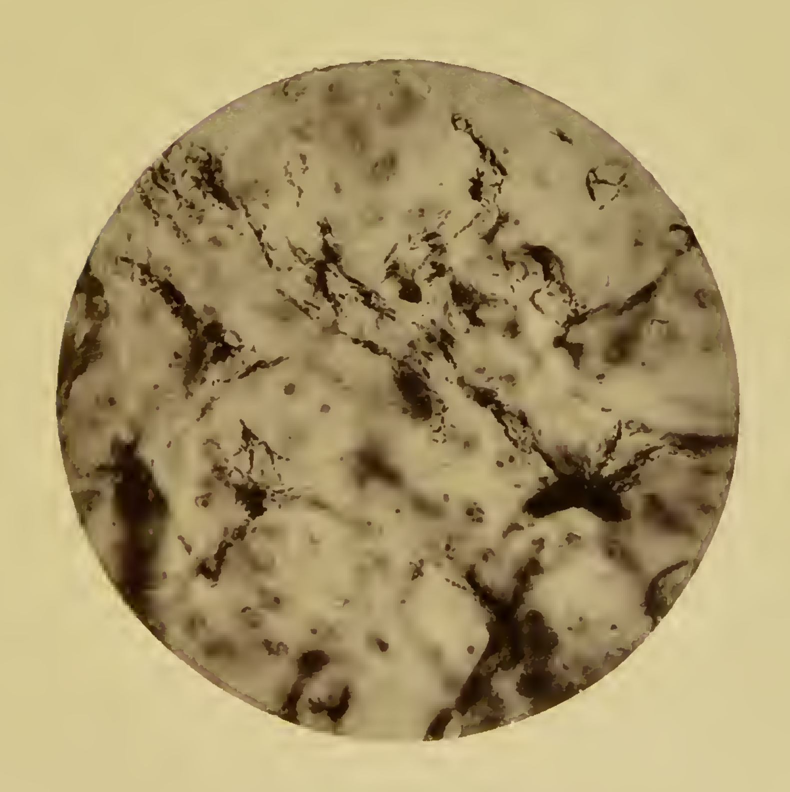


Fig. 139.

Tafel LXIX.

Tafel LXIX.

Figur 140. Bacillus des Schweinerothlaufs. Stichcultur in Nährgelatine, 4 Tage alt. Natürliche Grösse, wie Fig. 30.
Figur 141. Bacillus der Mäusesepticämie. Stichcultur in Nährgelatine, 4 Tage alt. Natürliche Grösse, wie Fig. 30.
Figur 142. Mikrokokkus tetragonus. Milzsaft einer Maus. Ausstrichpräparat, gefärbt mit Gentianaviolet. Verg. 1000 ×, wie in Fig. 31.

---

graue Trübung, die besonders nach den tieferen Theilen hin an Umfang zunimmt (Fig. 141) und schliesslich den ganzen Nährboden durchdringt. Auffallend ist die fast stets zu beobachtende und auch in unserer Abbildung wiedergegebene Entwickelung der Culturen in einzelnen, mehr oder minder scharf von einander gesonderten Absätzen, welche den verschiedenen Partien des Aussaatmaterials entsprechen. An der Oberfläche kommt es häufig zu einer freilich nur ganz unbedeutenden Erweichung der Gelatine, die dann alsbald verdunstet und so zur Entstehung einer trichterförmigen Einsenkung führt.

Die Bacillen der Mäusesepticämie besitzen für uns deshalb noch ein ganz besonderes Interesse, weil sie zweifellos sehr nahe verwandt sind mit einer anderen Bakterienart, die wir als ursächlichen Erreger einer wichtigen thierischen Infektionskrankheit kennen, nämlich mit dem Bacillus des Schweinerothlaufs. Bei dieser Affektion, die gerade unter den besseren und werthvollen Schweineracen die schwersten Verwüstungen anrichtet, fand Löffler im Blut und den Organen der erkrankten oder gefallenen Thiere regelmässig ein kleines, schlankes Stäbchen, dessen specifische Bedeutung durch den gelungenen Uebertragungsversuch zweifellos erwiesen wurde. In seinem Aussehen nun, in seinen Culturen und seinem sonstigen ganzen Verhalten zeigt er die allergrösste Aehnlichkeit mit dem Mäusesepticämiebacillus; doch fehlt es andererseits auch nicht an zwar geringfügigen, aber doch regelmässigen Unterschieden, die es gewiss machen, dass wir hier zwei differente Mikroorganismen vor uns haben. Die Bacillen des Schweinerothlaufs sind etwas kürzer und dicker als die der Mäusesepticämie; namentlich aber lässt dass Wachsthum in unseren künstlichen Nährböden gewisse Abweichungen insofern hervortreten, als dasselbe bei den Schweinerothlaufstäbchen stets ein geschlosseneres, schärfer umschriebenes ist. Fig. 140 führt uns eine Reagensglascultur der Rothlaufbacillen vor, die an dem nämlichen Tage angelegt worden ist, wie die nebenstehende (Fig. 141) der Septicämiestäbchen. Hier haben wir längs des ganzen Impfstiches eine einheitliche, kräftige, dicht gedrängte Entwickelung, die im übrigen auch wieder die vorhin beschriebene wolkige Trübung zu Tage treten lässt. Fast noch deutlicher als bei den Stäbchen der Mäusesepticämie macht sich bei denen des Rothlaufs ihre Veranlagung nach der anaeroben Seite hin bemerklich: in den unteren, dem Einflusse des Sauerstoffs entzogenen Theilen des Nährbodens ist die Cultur zweifellos sehr viel üppiger gediehen, als in den oberen Schichten. Im ferneren Verlaufe der Dinge verwischt sich dieser Unterschied dann freilich mehr und mehr, und schliesslich geht auch die Differenz im Aussehen der beiden Bakterien-



Fig. 140.



Fig. 141.

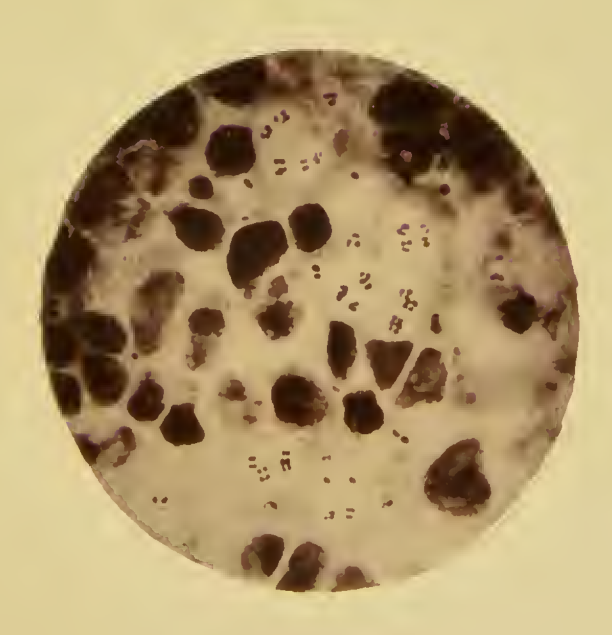


Fig. 142.

Tafel LXX.

Tafel LXX.

Figur 143. Mikrokokkus tetragonus. Lunge eines Meerschweinchens. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode. Vergr. 500 ×, wie in Fig. 34.

Figur 144. Aktinomycespilz. Geschwulstmassen vom Unterkiefer. Schnittpräparat, gefärbt nach der Weigert'schen Methode. Vergr. 100 ×, wie in Fig. 33.

---

arten verloren, indem der gesammte Nährboden von den Mikroorganismen durchsetzt und beschlagnahmt wird.

Als Mikrokokkus tetragonus wird ein Bakterium beschrieben, welches Koch und Gaffky im eitrigen Inhalt einer tuberkulösen Lungencaverne beim Menschen gefunden haben, und welches sich bei weiteren Untersuchungen als pathogen für Thiere — Mäuse und Meerschweinchen — erwiesen hat. Von Interesse ist dasselbe für uns namentlich in Folge gewisser morphologischer Eigenschaften. Er handelt sich um ein ziemlich grosses Kugelbakterium, bei dem die Vermehrung aber nicht, wie bei den meisten übrigen Mikrokokken, durch Theilung in zwei Hälften erfolgt, sondern bei dem zwei auf einander senkrecht stehende Ebenen die Mutterzelle in vier neue Elemente zerlegen, die dann wie die Augen eines Würfels nebeneinander liegen. Begreiflicher Weise stösst man nun aber nicht immer und ausschliesslich nur auf derartige Haufen von vier Gliedern, sondern je nach der Entwickelungsstufe, welche im gegebenen Falle gerade erreicht ist, zeigen sich auch einzelne oder paarweise angeordnete oder in Gruppen von 6, 8 und mehr Zellen vereinigte Kokken. Das letztere, die Entstehung umfangreicherer Verbände, wird besonders begünstigt durch die Existenz einer mächtigen Gallertschicht, welche die Bakterien umhüllt und zusammenhält. Wie bei anderen Mikroorganismen bildet sich auch hier diese Membran in der Regel allein innerhalb des thierischen Körpers, und nur aus diesem stammende Präparate zeigen sie in ihrer ganzen Vollkommenheit. Bei der Färbung verlieren sie dann allerdings wieder etwas an Deutlichkeit, doch wird man sie in unserer Abbildung (Fig. 142) ebenso wie beispielsweise auch in Fig. 5 noch unschwer erkennen können. Ein Tröpfchen Milzsaft von einer nach der Impfung mit dem mikrokokkus tetragenus zu Grunde gegangenen Maus ist auf dem Deckglase verstrichen und mit Gentianaviolet gefärbt worden; zwischen den Zellen sieht man die Kokken in der eben beschriebenen Anordnung und jedesmal um 2 oder 3 Gruppen von 4 Gliedern einen weiten Hof, welcher der Gallerthülle entspricht.

Auch der m. tetragonus hat seinen Sitz in den Gefässen; in dem hier vorgeführten Lungenschnitt (Fig. 143) erscheinen die Capillaren und kleinen Arterien fast wie injicirt durch die reichen Mengen von Kokken, die sie enthalten.

Ein Mikroorganismus, dessen Stellung im System eine zweifelhafte ist, der bald zu den Bakterien, bald zu den eigentlichen Pilzen gerechnet wird und eine Art Uebergang zu den letzteren zu bilden scheint, ist der Erreger einer unter den Thieren, namentlich den Rindern, weit verbreiteten, aber auch beim Menschen nicht selten vorkommenden Krankheit, nämlich der Aktinomykose. Untersucht man ein Gewebe, in welchem die eben genannte Affektion ihren Sitz

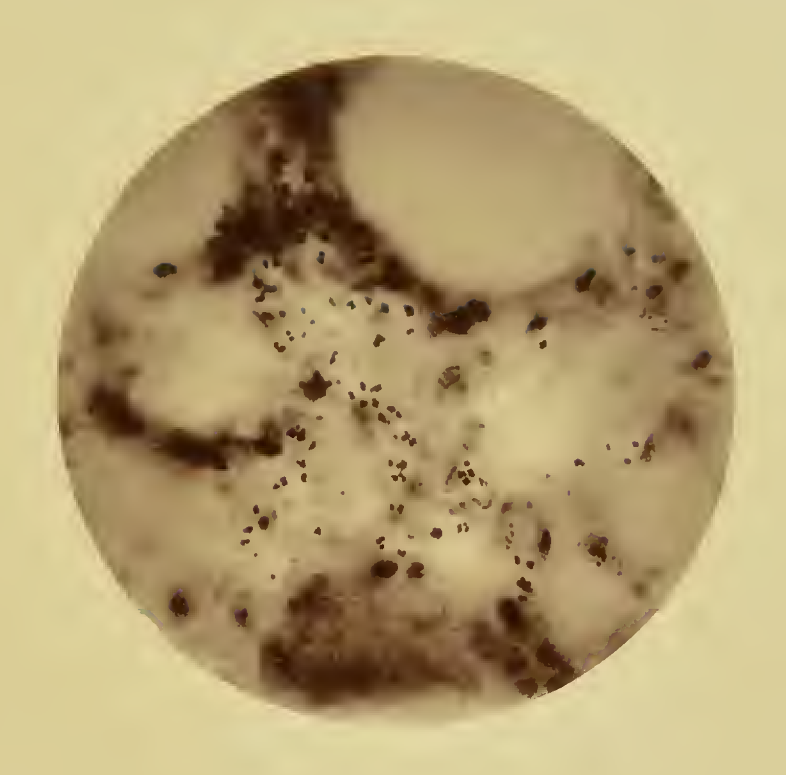


Fig. 143.

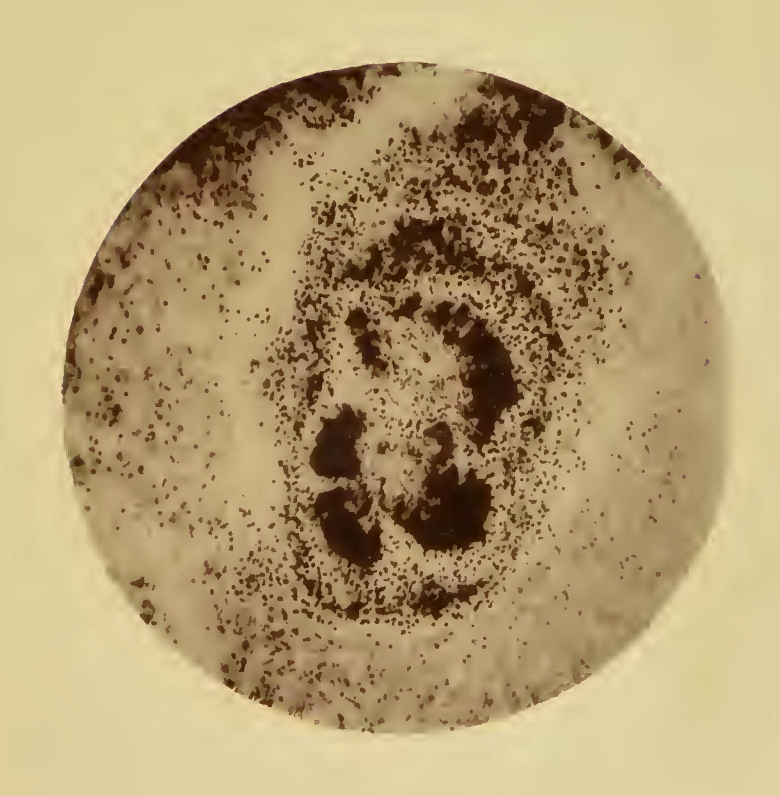


Fig. 144.

Tafel LXXI.

Tafel LXXI.

Figur 145. Aktinomycespilz. Aktinomykotisches Gewebe aus der Zunge des Rindes. Schnittpräparat, gefärbt mit Fuchsin. Vergr. 500 ×, wie in Fig. 34.

Figur 146. Aktinomycespilz. Geschwulstmassen vom Unterkiefer. Schnittpräparat, gefärbt nach der Weigert'schen Methode. Vergr. 500 ×, wie in Fig. 34.

---

aufgeschlagen hat, so nimmt man schon mit blossem Auge die Anwesenheit von eigenthümlich körnigen, gelblichen oder gelblichweissen Einlagerungen in demselben wahr. Ein Schnitt aus den so veränderten Theilen giebt uns Gelegenheit, die Zusammensetzung dieser Neubildungen mikroskopisch genauer zu prüfen. Bei schwacher Vergrösserung und geeigneter Färbung (Fig. 144) bemerkt man dann inmitten einer umfangreichen kleinzelligen Infiltration eine scharf hervortretende, auffallend geformte Masse, die aus einer hellen, ungefärbten Mitte und einem fächerförmig angeordneten und ausgebreiteten, intensiv tingirten Randbezirke besteht.

Es ist das das typische Bild einer Druse des Strahlenpilzes, wie es sich im ungefärbten Zustande oder bei der Auswahl geeigneter Färbemittel zu erkennen giebt. Neben der hier benutzten Weigert'schen Abänderung der Gram'schen Methode kommen namentlich auch die Behandlung mit Säurefuchsin oder mit essigsaurer Orseillelösung für die Darstellung der peripheren Partien in Betracht, während sich dieselben den einfachen Anilinfarben in der Regel ganz unzugänglich erweisen. Doch tritt ihr eigenthümlicher Aufbau gerade in solchen Präparaten (Fig. 145) häufig besonders deutlich zu Tage. Man bemerkt dann, dass es sich um grosse Mengen eng aneinander gelagerter, nach aussen hin keulig oder kolbig verdickter Elemente handelt, welche aus einem gemeinsamen Mutterboden emporzuspriessen scheinen. Nun ist diese Form aber keineswegs die einzige, unter welcher der Aktinomycespilz zur Beobachtung gelangt. In anderen Fällen nämlich sieht man an Stelle der strahlig angeordneten Keulen ein dicht verfilztes Netzwerk vielfach verschlungener Fäden (Fig. 146) auftauchen, das auf das lebhafteste an das verästelte Mycel eines Schimmelpilzes erinnert.

Ueber den Zusammenhang, in dem diese verschiedenen Bildungen untereinander stehen, ist man noch nicht im klaren, und auch die neueren vortrefflichen Untersuchungen von M. Wolff und J. Israel haben eine endgiltige Lösung dieser Frage nicht herbeigeführt. Ein sehr wesentlicher Fortschritt allerdings ist den eben genannten Forschern gelungen: sie haben den Aktinomycespilz künstlich gezüchtet und durch gelungene Uebertragungen auf Thiere, namentlich durch Einspritzungen in die Bauchhöhle von Kaninchen, nicht nur den Beweis für die Zuverlässigkeit ihrer Culturen, sondern auch für die specifische Bedeutung des von ihnen studirten Mikroorganismus erbracht. Dabei fanden sie, dass die eben beschriebenen Keulen nur im Thierkörper gebildet werden, in den Culturen dagegen regelmässig fehlen. Sie sind ferner der Ansicht, dass der Aktinomycespilz in die Reihe der phleomorphen Bakterien gehöre und bald als echtes. sich in keiner Weise von anderen Bacillen unterscheidendes Stäbchen auftrete,

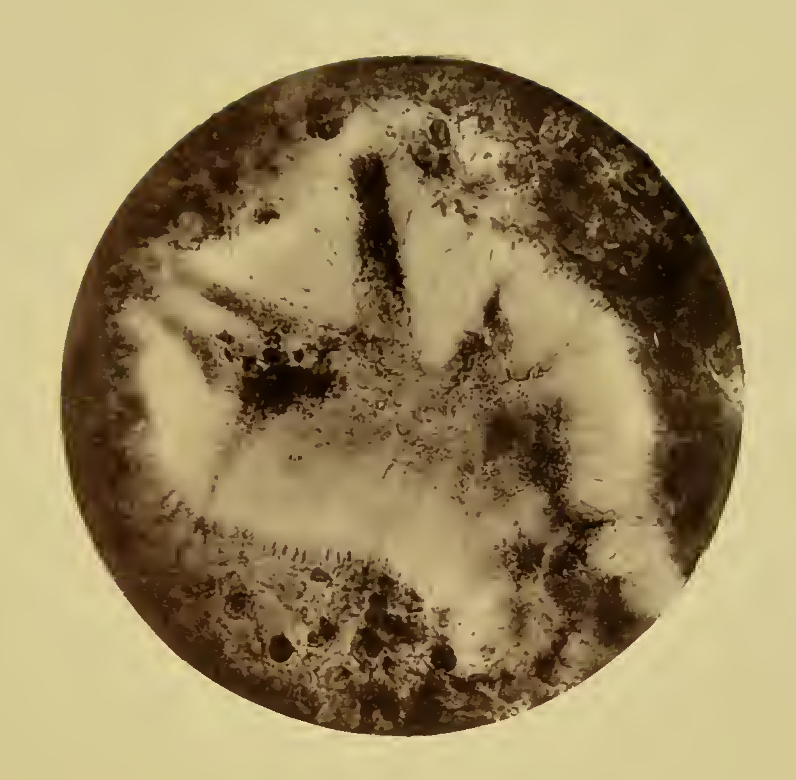


Fig. 145.

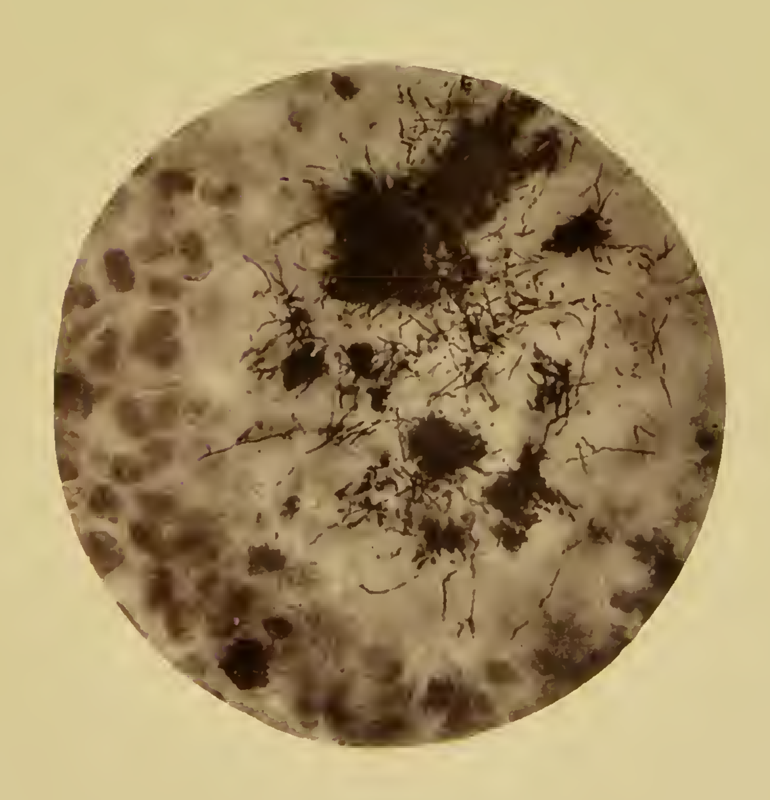


Fig. 146.



Tafel LXXII.

Tafel LXXII.

Figur 147. Achorion Schönleinii. Favusborke. Schnittpräparat, gefärbt nach der Gram'schen Methode. Vergr. 100 ×, wie in Fig. 33.

Figur 148. Hefezellen. Oberhefen aus Weissbier. Hängender Tropfen, ungefärbt. Vergr. 500 ×, wie in Fig. 21.

---

bald zu verschlungenen und verworrenen, fadenförmigen Verbänden auswachse, welche dann ein Mycel vortäuschten, bald kokkenähnliche Bildungen zeige, bald endlich kolbig verdickte Anschwellungen entstehen lasse, welche sie als Degenerationserscheinungen aufzufassen geneigt sind.

Ob diese Anschauung in allen Stücken zutrifft, mag noch dahingestellt bleiben und namentlich hervorgehoben sein, dass doch eine ganze Reihe verschiedener Momente auf die nahe Verwandschaft, wenn nicht Zugehörigkeit, des Strahlenpilzes zu den Schimmelpilzen hindeuten. Ganz zweifellos ist dieses Verhältniss bei einigen anderen pflanzlichen Parasiten, welche auf der menschlichen Haut schmarotzen und dieselbe krankhaft verändern, bei den Pilzen des Favus (Achorion Schönleinii) und des Herpes tonsurans (Trichophyton tonsurans). Ein Präparat des ersteren führt uns Fig. 147 vor; wir sehen das dichte Gerüst der Mycelfäden, welche allmählich im Gewebe weiter und weiter vordringen und dasselbe zerstören. Favus- und Herpespilz zu züchten, ist schon seit längerer Zeit gelungen, und ihre Culturen zeigen gleichfalls die hyphenähnlichen Bildungen und die sonstigen Charaktere der Fadenpilze.

Wir haben im vorstehenden schon das Reich der Bakterien verlassen und uns einen Uebergriff auf benachbarte Gebiete gestattet. Auch die folgenden Figuren führen uns auf diesem Wege weiter und machen uns mit Mikroorganismen bekannt, welche sich kaum noch in den Rahmen einer bildlichen Darstellung der Bakterienkunde fügen. Die Berechtigung zu diesem unserem Vorgehen aber glauben wir, wie bereits angedeutet, aus dem Umstande herleiten zu dürfen, dass es sich dabei um Mikrobien handelt, welche bei Gelegenheit bakteriologischer Untersuchungen dem Beobachter besonders häufig und leicht unter die Finger gerathen und dass deshalb für jeden Bakterienforscher eine wenigstens oberflächliche Kenntniss dieser Dinge erwünscht und erforderlich ist.

Als Hefe- oder Sprosspilze bezeichnet man gewisse niedere Pflanzen, welche aus einzelnen chlorophyllosen, ovalen Zellen bestehen, die ihrerseits eine dünne Membran und ein körniges, von Vacuolen durchsetztes Protoplasma führen. Innerhalb des letzteren macht sich häufig ein deutlicher Kern bemerklich und bilden sich ferner unter bestimmten Verhältnissen die sogenannten Sporen, grosse, unregelmässig rundliche Körper, welche sich mit einer Membran umkleiden und durch Auflösung der Mutterzellhaut frei werden. Der wesentlichste Unterschied gegenüber den Bakterien beruht auf der Art der Vermehrung und Fortpflanzung. An einem oder an mehreren Punkten entstehen an der Oberfläche der Zellen kleine knospenartige oder knopfförmige Ausstülpungen, welche allmählich an Grösse und Umfang zunehmen. Entweder schnüren diese

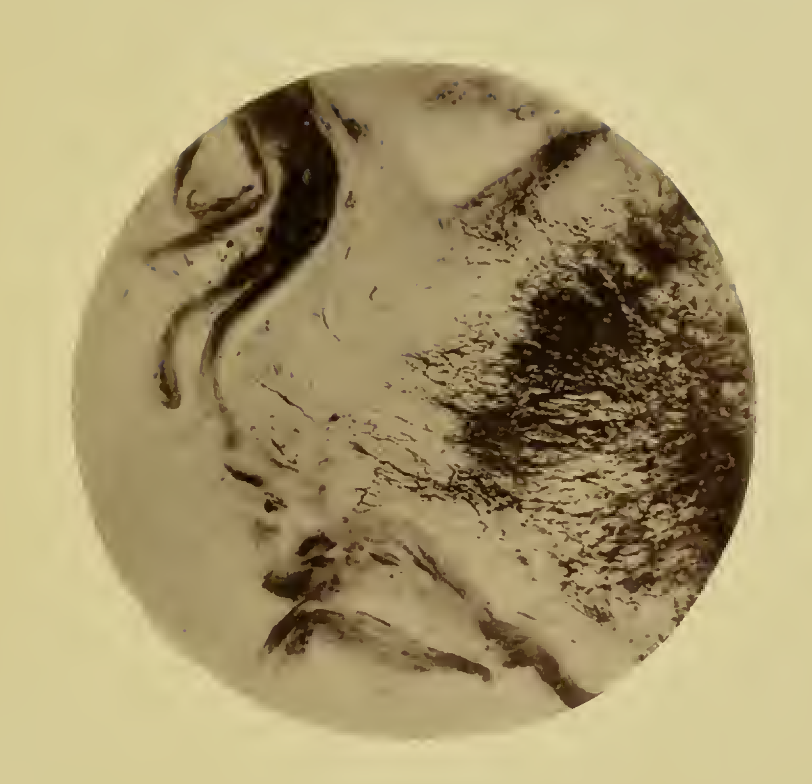


Fig. 147.



Fig. 148.

Tafel LXXIII.

Tafel LXXIII.

Figur 149. Oidium lactis. Gelatinecultur. Hängender Tropfen, ungefärbt. Vergr. 500 ×, wie in Fig. 21.

Figur 150. Mucor stolonifer. Cultur auf Brodbrei. Zupfpräparat in Glycerin, ungefärbt. Vergr. 300 ×, wie in Fig. 21.

---

neu entwickelten Tochterzellen sich dann von der Mutterzelle ab und werden dadurch zu freien, selbstständigen Elementen, oder aber sie bleiben im Zusammenhange mit den letzteren und legen so den Grund zur Bildung der Spross- oder Hefeverbände, die namentlich bei den sogenannten Oberhefen (Fig. 148) zu beobachten sind und in denen sich häufig ausserordentlich lange Reihen von aneinander gefügten Hefezellen zusammenfinden.

An die Sprosspilze schliessen wir dann die Fadenpilze, Organismen, welche der Hauptsache nach aus gegliederten Hyphen bestehen, deren Verästelungen sich zu einem dichten Mycel verfilzen können. Besondere Fruchtträger fehlen fast immer, und stets entbehren dieselben der eigentlichen Fruchtköpfe, so dass die Sporen, die Conidien, unregelmässig polygonal geformte Elemente, sich unmittelbar aus dem Mycelium reihenweise abschnüren. Von häufiger vorkommenden Arten gehören in diese Gruppe einmal das Oidium lactis, das uns unsere Abbildung (Fig. 149) zeigt, ein in der Milch, der Butter u. s. w. so gut wie ausnahmslos zu findender Mikroorganismus, ferner der schon erwähnte Pilz des Favus, der des Herpes tonsurans, endlich auch der des Soors. Der letztere bildet das vollständigste Uebergangsglied zu den Sprosspilzen, da er unter bestimmten Ernährungsbedingungen, z. B. auf der Gelatineplatte, auf zuckerreichen Substraten u. s. w. in hefeartiger Form, als ausgesprochener Sprosspilz in die Erscheinung tritt, während er unter anderen Verhältnissen, z. B. in der Tiefe der Reagenzglasculturen, auch zur Entwickelung langer Mycelien schreitet.

Was endlich die echten Schimmelpilze betrifft, so wollen wir aus der überreichen Zahl derselben hier nur die drei wichtigsten und uns am meisten interessirenden Vertreter herausgreifen, die Mucorineen, die Penicillien und die Aspergilleen, die sich, wie die einzelnen Arten der Schimmelpilze überhaupt, von einander durch die Weise der Fruchtbildung unterscheiden. Alle Schimmelpilze gehören zu den blüthenlosen Pflanzen, den Kryptogamen und unter diesen wieder zu den sogenannten Thallophyten, welche nicht aus Stamm und Blättern, sondern nur aus einem einfachen Laubwerk, Thallus, bestehen. Die Grundlage des Thallus bilden chlorophyllose, einen protoplasmatischen Leib und eine dichte Membran zeigende Zellen, die sich nicht wie die der Bakterien durch Zweitheilung, oder wie die der Hefen durch Sprossung, sondern durch ein fortgesetztes Spitzenwachsthum vermehren und so zu langen, gegliederten Fäden, den Hyphen, auswachsen. Die letzteren ihrerseits lassen vielfach eine echte Verästelung erkennen und vereinigen sich dadurch zu einem mehr oder minder fest gefügten und verfilzten Flechtwerk, dem Mycelium. Beginnt die Frukti-

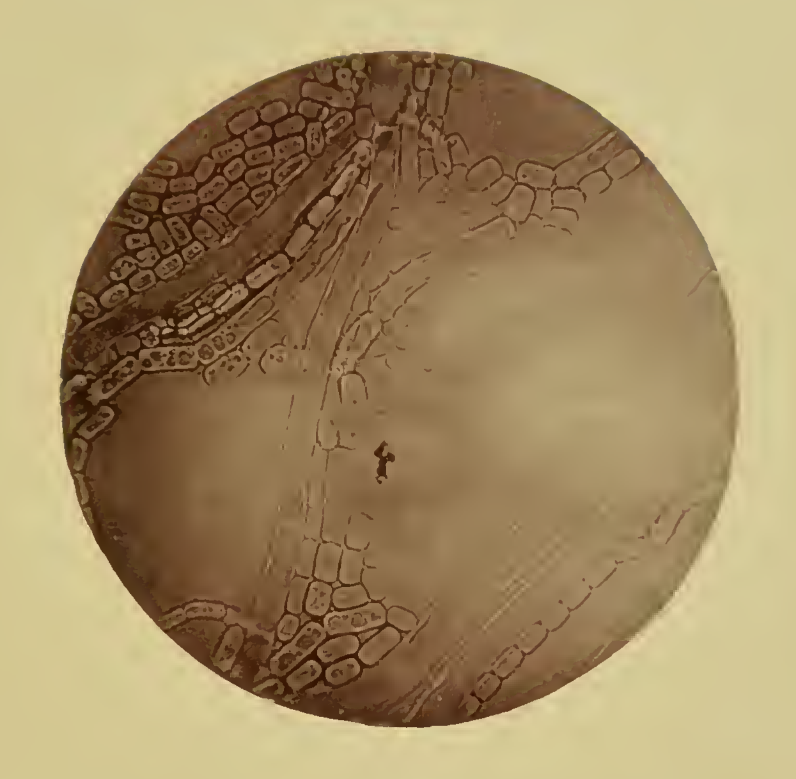


Fig. 149.

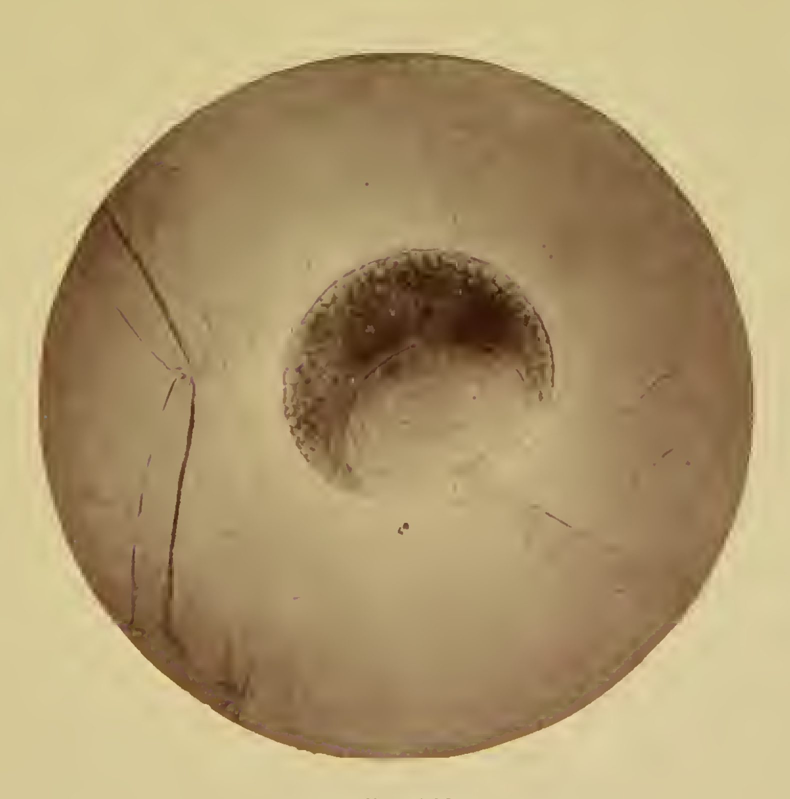


Fig. 150.

Tafel LXXIV.

Tafel LXXIV.

Figur 151. Penicillium glaucum. Cultur auf Gelatine. Zupfpräparat in Glycerin, ungefärbt. Vergr. 500 ×, wie in Fig. 21.

Figur 152. Aspergillus fumigatus. Cultur auf Agar, ungefärbt. Vergr. 500 ×, wie in Fig. 21.

---

fikation, so erheben sich vom Rasen des Mycels hier und da einige Hyphen, nehmen ein etwas anderes Aussehen und Wachsthum an und werden damit zu Fruchthyphen oder Fruchtträgern. Am Ende derselben entwickeln sich nun die eigentlichen Fruchtorgane, welche die Sporen oder Conidien treiben, und die verschiedene Art und Weise, in welcher dieser Process verläuft, dient, wie schon erwähnt, einer Eintheilung der Schimmelpilze als Ausgangspunkt.

Bei den Köpfchenschimmeln, den Mucorineen (Fig. 150) entsteht auf der ungegliederten Fruchthyphe ein kugeliges Sporangium, eine Sporenmutterzelle, deren protoplasmatischer Inhalt durch eine grosse Reihe von Querwänden in die einzelnen, kugeligen oder polygonalen Sporen zerlegt wird. Im Stadium der Reifung pigmentiren sich dieselben bei vielen Arten, so auch der hier abgebildeten, und das Sporangium erscheint dann auch dem blossen Auge als schwarzes oder schwarzbraunes, etwa hirsekorngrosses Köpfchen. Gegen das Ende des Fruchtträgers ist das Sporangium durch eine convex gewölbte Platte, die sogenannte Columella, abgegrenzt.

Ueberschauen lassen sich alle diese Verhältnisse am besten, wenn man die Schimmelpilze im ungefärbten Zustande, in einem Tröpfchen Glycerin untersucht. nachdem man sie vorher in einer Mischung von verdünntem Alkohol und Ammoniak sorgfältig zerzupft hat.

Bei den Pinselschimmeln, den Penicillien, sind die Fruchthyphen gegliedert. Gegen das Ende hin theilen sie sich durch astförmige Gabelungen in dichte Büschel von Zwischenfruchtträgern, hier Basidien genannt, auf denen sich die kugelrunden Sporen bilden, die jüngsten immer den Fruchthyphen am nächsten, die ältesten am weitesten vorgeschoben. Die hier (Fig. 151) abgebildete Art, das Penicillium glaucum, ist der am häufigsten vorkommende unter sämmtlichen Schimmelpilzen. Ueberall, wo sich die bekannten grünen, eigenthümlich modrig riechenden Schimmelrasen bilden, wo es sich um eine Verschimmelung im gebräuchlichen Sinne des Wortes handelt, hat die eben genannte Art ihre Hand im Spiele.

Bei den Aspergilleen endlich schwillt die Fruchthyphe zu einer kolbigen, spargelkopfähnlichen Verdickung an, auf welcher sich dann grosse Mengen von Zwischenfruchtträgern, Sterigmen, anpflanzen, deren eigenthümliche, flaschen- oder kegelförmige Gestalt in unserer Abbildung (Fig. 152) nur undeutlich hervortritt. Aus den Sterigmen gehen dann wieder die Sporen hervor, in derselben Art der Anordnung, die wir oben bei den Penicillien besprochen haben.

Gedruckt bei L. Schumacher in Berlin.



Fig. 151.

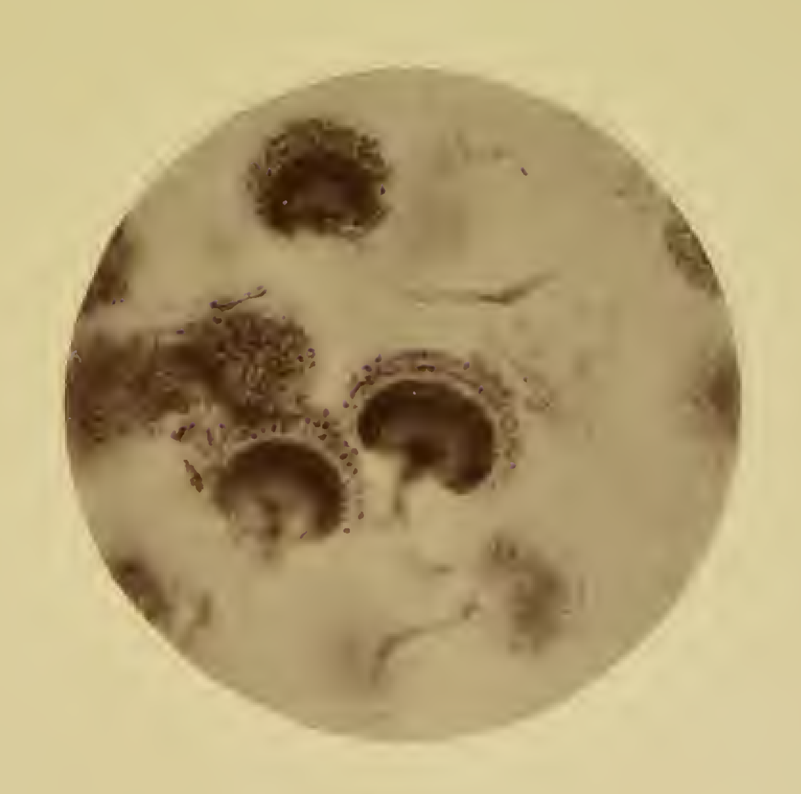


Fig. 152.

